

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 997 486**

(51) Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)
G01J 5/02 (2012.01)
G01J 5/0821 (2012.01)
G01K 1/14 (2011.01)
G01K 1/12 (2006.01)
G01J 5/00 (2012.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2021 E 21193152 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024 EP 4141396**

(54) Título: **Aparato de medición y método para medir la temperatura de un baño de metal fundido con un dispositivo óptico**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2025

(73) Titular/es:

HERAEUS ELECTRO-NITE INTERNATIONAL N.V.
(100.00%)
Centrum Zuid 1105
3530 Houthalen, BE

(72) Inventor/es:

JANSSEN, GERT;
VAN VLIERBERGHE, MICHEL y
VRANCKX, LUC

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 997 486 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

Aparato de medición y método para medir la temperatura de un baño de metal fundido con un dispositivo óptico

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de medición para medir la temperatura de un baño de metal fundido, que comprende un dispositivo óptico, un medio de detección, que está adaptado para recibir una señal luminosa transmitida por el dispositivo óptico, una unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, un soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, un medio móvil, un medio de enderezamiento, un alojamiento y un sistema de guiado conectado al alojamiento. El dispositivo óptico comprende una fibra óptica rodeada lateralmente por un tubo metálico interior y uno exterior, en donde el tubo metálico exterior tiene un diámetro exterior en el intervalo de 2 mm a 8 mm y un grosor de pared en el intervalo de 0,1 mm a 0,6 mm.

10 El alojamiento encierra el medio de detección, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento del dispositivo óptico, el medio móvil y el medio de enderezamiento. El medio móvil está adaptado para alimentar y retraer el dispositivo óptico y comprende al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y un medio de alimentación para alimentar el dispositivo óptico accionado por al menos un motor para el accionamiento hacia adelante y hacia atrás. La invención también se refiere a un método que usa un aparato de medición correspondiente para medir la temperatura de un baño de metal fundido.

- 15 20 La temperatura de un baño de metal fundido en un recipiente metalúrgico es un parámetro crítico durante el proceso de fabricación del metal, que determina la calidad del producto resultante. Normalmente, la medición de la temperatura del metal fundido se realiza usando termopares de inmersión bien conocidos, tales como los descritos en la patente US 2993944 A. Un operario puede sumergir manualmente dichos termopares con un poste de acero con cableado eléctrico adaptado y conexiones para transmitir la señal del termopar a la instrumentación apropiada. Además, ahora se utilizan muchos sistemas mecánicos automáticos de inmersión en termopares para proporcionar inmersiones en termopares. Otro medio posible 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, por sus siglas en inglés), implica sumergir una fibra óptica en el metal fundido. La fibra óptica puede proporcionarse como una fibra prácticamente sin fin que se enrolla en una bobina y se desenrolla para realizar una medición. Para medir la temperatura del baño de metal fundido, dicha fibra óptica se introduce en el recipiente metalúrgico, desde donde puede transmitir la radiación térmica recibida del metal fundido a un detector, donde la señal óptica se convierte en un valor de temperatura. Despues de una medición, la fibra óptica se puede retraer.

- 25 30 35 La precisión de los resultados obtenidos y la operación sin distorsiones de dichas mediciones dependen de varios parámetros.

35 40 Un parámetro crítico es el estado de la fibra óptica en el momento en que se realiza la medición. En el duro entorno de la situación de medición en una instalación metalúrgica, la fibra óptica está expuesta a circunstancias degradantes. Por lo tanto, una fibra óptica de este tipo normalmente está rodeada por una cubierta protectora, por ejemplo, un tubo metálico. Una fibra óptica rodeada por un tubo metálico a menudo también se denomina cable con núcleo óptico o tubo de fibra en metal (FIMT, por sus siglas en inglés). Se han desarrollado dispositivos ópticos que comprenden tales fibras ópticas y otros medios de protección, tales como un tubo metálico adicional o una capa adicional de material protector, y se describen, por ejemplo, en los documentos US 2007268477 A1 y JP H10176954 A. Dependiendo del diseño de dicho dispositivo óptico, los medios de protección protegen la fibra óptica de modo eficiente de las influencias térmicas, pero aún pueden ser sensibles a otros factores físicos externos.

45 50 55 Se ha descubierto que otra parte crítica de un proceso de medición es la alimentación precisa del dispositivo óptico. La alimentación incluye la aceleración y la desaceleración y se define por la velocidad final. Especialmente los dispositivos ópticos con secciones transversales relativamente pequeñas y tubos metálicos delgados son sensibles a los efectos de fricción e impacto que conducen a un daño de la fibra óptica dentro del dispositivo óptico. Además, este tipo de dispositivos ópticos deben alimentarse con la suficiente rapidez para alcanzar una profundidad de inmersión adecuada en el baño de metal fundido antes de que se descompongan y se dañen debido al entorno de medición. Esto requiere altas velocidades de alimentación y altas tasas de aceleración y desaceleración. Por lo tanto, estos frágiles dispositivos ópticos representan desafíos adicionales para el equipo técnico de los dispositivos de inmersión.

60 65 Un dispositivo de inmersión ejemplar para la alimentación de dispositivos ópticos se describe en la patente EP 3051262 A1. El dispositivo óptico, en particular un FIMT, se alimenta desde una bobina por medio de dos alimentadores accionados por motor a través de un tubo de guiado sumergido; el dispositivo también es adecuado para retraer el dispositivo óptico. Se aplica una tensión constante mediante una carga. Si bien la invención descrita resuelve el problema de un posible retroceso cuando el dispositivo óptico se retrae, aplica altas fuerzas de tensión al cable, lo que puede provocar daños. Además, el sistema carece de autonomía, ya que cada medición requiere un nuevo tubo de protección y es exigente en cuanto a sus requisitos de espacio. La patente AU 2014 250 666 C1 describe un dispositivo muy similar para la alimentación de dispositivos ópticos, que comprende una sección capaz de enderezar el dispositivo óptico.

Una solución que también requiere una tensión constante en el dispositivo óptico se describe en la patente JP H09101206 A. El dispositivo de inmersión comprende dos medios de alimentación que están adaptados para una alimentación hacia adelante y hacia atrás y que funcionan de forma secuencial e independiente entre sí. El dispositivo comprende además un bucle, sobre el que se guía el dispositivo óptico durante su inmersión.

5 Por lo general, los dispositivos de inmersión se instalan a cierta distancia del recipiente que contiene el metal fundido, ya que el espacio disponible cerca del recipiente es limitado y el entorno es exigente en términos de temperatura y posibles incidentes que dañen el dispositivo. Los dispositivos ópticos de la nueva generación son menos robustos frente a las influencias a las que pueden estar expuestos en dichos entornos, por lo que se desea un posicionamiento protegido lo más cerca posible de su ubicación de operación.

10 La patente EP 1966573 A1, por ejemplo, aborda el problema de la carga térmica en los sistemas de medición al disponer los componentes en un alojamiento con aislamiento térmico. El dispositivo descrito requiere mucho espacio y debe colocarse a cierta distancia del recipiente.

15 En vista de la técnica anterior, existe la necesidad de un aparato de medición que permita una inmersión precisa de un dispositivo óptico frágil para obtener resultados con una alta precisión y un método para usarlo.

20 Por lo tanto, el objetivo de la invención es proporcionar un aparato de medición para medir la temperatura de un baño de metal fundido que resuelva al menos uno de los problemas descritos anteriormente. En particular, uno de los objetivos es proporcionar un aparato de medición que permita la inmersión de un dispositivo óptico frágil con una cantidad mínima de fricción y torsión en el dispositivo y su fibra óptica interna con alta precisión y control. Además, un objetivo es proporcionar un aparato de medición que garantice la medición con el dispositivo óptico en un punto constante de la superficie del baño de metal fundido en ciclos de inmersión repetidos. Un aspecto adicional del objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de medición que minimice la cantidad de dispositivo óptico desprotegido durante la inmersión y, por lo tanto, funcione de modo fiable independientemente de las circunstancias que acompañan a la medición. Otro aspecto abordado por la invención es proporcionar un aparato de medición que permita una operación con poco mantenimiento.

30 Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método que utilice el aparato de medición para medir la temperatura de un baño de metal fundido.

Estos objetivos se alcanzan mediante el objeto definido en las reivindicaciones independientes.

35 La invención proporciona un aparato de medición para medir la temperatura de un baño de metal fundido, que comprende un dispositivo óptico, un medio de detección, que está adaptado para recibir una señal luminosa transmitida por el dispositivo óptico, una unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, un soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, un medio móvil, un medio de enderezamiento, un alojamiento y un sistema de guiado conectado al alojamiento. El dispositivo óptico comprende una fibra óptica rodeada lateralmente por un tubo metálico interior y uno exterior, en donde el tubo metálico exterior tiene un diámetro exterior comprendido en el intervalo de 2 mm a 8 mm y un grosor de pared en el intervalo de 0,1 mm a 0,6 mm. El alojamiento contiene el medio de detección, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el medio móvil y el medio de enderezamiento. El medio móvil está adaptado para alimentar y retraer el dispositivo óptico y comprende al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y un medio de alimentación para alimentar el dispositivo óptico accionado por al menos un motor para el accionamiento hacia adelante y hacia atrás.

45 Además, la invención proporciona un método para medir la temperatura de un baño de metal fundido con un aparato de medición según la invención.

50 Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

55 En el entorno de una instalación metalúrgica, especialmente cuando se emplea un horno de arco eléctrico (EAF), los requisitos para mediciones de temperatura frecuentes y confiables son muy altos. Durante el procesamiento del metal fundido, pueden producirse diversos problemas que pueden afectar a un aparato de medición instalado y a una medición realizada con este. Estos problemas incluyen eventos y efectos dentro del recipiente metalúrgico, como por ejemplo una masa fundida de metal no homogénea con partes no fundidas, fuera del recipiente, en el sistema de guiado o incluso efectos de campo magnético y eléctrico. En operación, no se puede acercar al recipiente que contiene la masa fundida de metal, ni para inspeccionarlo ni para intervenir.

60 Sorprendentemente, se ha descubierto que la calidad de los datos de una medición depende de la compatibilidad de un dispositivo óptico con el medio móvil utilizado para su movimiento y la configuración respectiva en relación con los componentes adicionales del aparato de medición. En este contexto, "calidad" se refiere a la precisión de medición obtenida en comparación con los datos adquiridos por la aplicación de un termópar de inmersión estándar. Se ha demostrado que el aparato de medición según la invención es especialmente adecuado para alimentar y retraer un

dispositivo óptico con una funda metálica exterior relativamente delgada sin exponer el dispositivo óptico a fuerzas de tensión, fricción o flexión.

Una medición generalmente comprende una secuencia de etapas, durante las cuales el dispositivo óptico se mueve primero hacia y dentro una masa fundida de metal donde se realiza una medición y, posteriormente, se aleja de la masa fundida de metal con varias velocidades y durante varios períodos de tiempo. Especialmente, la alimentación, la retracción y el retroceso de un dispositivo óptico que se suministra en una unidad de almacenamiento dispuesta de forma móvil se ha identificado como un factor que influye significativamente en la fiabilidad de los datos que se pueden obtener. El aparato de medición según la invención permite la aplicación de una amplia gama de esquemas de medición sofisticados necesarios para las diferentes circunstancias que se producen en una instalación metalúrgica con cambios rápidos entre las velocidades y direcciones de alimentación.

Además, la configuración inventiva de los componentes del aparato de medición conduce a un aparato que es poco exigente en términos de mantenimiento.

La invención proporciona un aparato de medición para medir la temperatura de un baño de metal fundido.

Tal como se usa en la presente memoria, el término “baño de metal fundido” se usa para describir una masa fundida en un horno, en particular en un recipiente. Un término alternativo para “baño de metal fundido” conocido por un experto en la técnica es “metal fundido”. 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 ninguna parte sólida o gaseosa, incluyendo, por ejemplo, partes no fundidas del metal respectivo. El baño de metal fundido puede cubrirse con una capa de escoria. El término “escoria” se refiere a los subproductos no relacionados con el acero que a menudo se producen en un horno de fabricación de acero y que normalmente están presentes como un material fundido que flota sobre el metal fundido. La escoria puede comprender óxidos metálicos, sulfuros metálicos, óxido de calcio, óxido de magnesio, magnesita, dolomita, óxido de hierro, óxido de aluminio, óxido de manganeso, sílice, azufre, fósforo o una combinación de los mismos.

La temperatura de los metales fundidos difiere y generalmente depende de la composición del metal y de la etapa del proceso de fusión. Según una realización preferida, la temperatura del baño de metal fundido está en el intervalo de 1500 - 1800 °C y más preferiblemente en el intervalo de 1500 - 1700 °C.

El baño de metal fundido cuya temperatura se medirá está situado en un recipiente, en particular el recipiente de un horno de arco eléctrico.

El aparato de medición según la invención comprende un dispositivo óptico, que comprende una fibra óptica rodeada lateralmente por un tubo metálico interior y uno exterior, es decir, al menos dos tubos metálicos rodean la fibra óptica lateralmente.

Preferiblemente, la fibra óptica es una fibra transparente y flexible. Las fibras ópticas se utilizan con mayor frecuencia como medio para transmitir luz, especialmente en el rango de longitud de onda IR, entre los dos extremos de la fibra. Preferiblemente, la fibra óptica está formada de vidrio o plástico, más preferiblemente de vidrio de cuarzo. Preferiblemente, la fibra óptica se selecciona del grupo que consiste en fibras de índice graduadas y fibras de índice escalonado monomodo.

La fibra óptica está rodeada lateralmente por un tubo metálico interior. Preferiblemente, la fibra óptica está dispuesta centralmente en el tubo metálico interior.

El tubo metálico interior puede rodear completamente la fibra óptica o puede estar al menos parcialmente abierto para que el alojamiento no rodee completamente la fibra óptica.

Preferiblemente, el metal del tubo metálico interior que rodea lateralmente la fibra óptica es hierro, acero o acero inoxidable, en particular acero inoxidable de grado 304 o 316.

Preferiblemente, el tubo metálico interior tiene un diámetro exterior en el intervalo de 1 mm a 3 mm. El grosor de la pared del tubo metálico interior puede estar en el intervalo de 0,1 mm a 0,3 mm.

La fibra óptica también está rodeada lateralmente por un tubo metálico exterior, que tiene un diámetro exterior comprendido en el intervalo de 2 mm a 8 mm y un grosor de pared en el intervalo de 0,1 mm a 0,6 mm.

Preferiblemente, el diámetro exterior del tubo metálico exterior está en el intervalo de 2 mm a 7 mm, más preferido en el intervalo de 3 mm a 6 mm.

Preferiblemente, el grosor de la pared del tubo metálico exterior está en el intervalo de 0,2 mm a 0,6 mm, más preferido en el intervalo de 0,2 mm a 0,5 mm.

Preferiblemente, el metal del tubo metálico exterior que rodea la fibra óptica es hierro o acero o acero inoxidable, en particular acero inoxidable de grado 304 o 316.

Preferiblemente, el tubo metálico interior está dispuesto centralmente en el tubo metálico exterior.

- 5 Preferiblemente, el tubo metálico exterior no está en contacto con el tubo metálico interior. Más preferiblemente, el espacio vacío entre estos al menos dos tubos metálicos se llena al menos parcialmente con un material seleccionado del grupo que consiste en materiales gaseosos o sólidos o una combinación de los mismos. El material sólido se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en materiales inorgánicos, polímeros naturales, polímeros sintéticos y combinaciones de los mismos. El material gaseoso es preferiblemente un gas o una mezcla de gases. Más preferiblemente, el gas es aire o un gas inerte.

10 Según una realización preferida, el dispositivo óptico comprende una pluralidad de elementos de separación dispuestos alrededor del tubo metálico interior y en el tubo metálico exterior, que forman al menos un compartimento entre los elementos de separación. En este caso, el término "compartimento" se refiere al volumen entre los diferentes elementos de separación en el tubo metálico exterior. El término "elementos separadores" se refiere a partes dispuestas dentro del tubo metálico exterior que subdividen el volumen dentro del tubo metálico exterior. Preferiblemente, los elementos de separación son elementos en forma de disco que están dispuestos dentro del tubo metálico exterior que comprende una abertura, a través de la cual se extienden la fibra óptica y el tubo metálico interior.

- 20 20 El material de los elementos de separación se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en silicona, preferiblemente silicona bicomponente, caucho, cuero, corcho, metal y combinaciones de los mismos.

25 En una realización preferida, el tubo metálico interior que rodea la fibra óptica está rodeado por una capa adicional. Según un elemento preferido particular, la capa adicional comprende una pluralidad de piezas, preferiblemente fibras.

30 25 En otra realización preferida, el material de la al menos una capa adicional tiene la forma de una tela, una red, una estructura tejida o tricotada.

- 30 Preferiblemente, la al menos una capa adicional comprende un material no metálico, lo más preferiblemente un material orgánico.

35 En una realización preferida, la densidad lineal del dispositivo óptico está en el intervalo de 25 - 80 g/m, muy preferido en el intervalo de 35 - 70 g/m. La densidad lineal se define por la masa por unidad de longitud.

- 35 40 Debe entenderse que el dispositivo óptico puede comprender cualquier combinación de las configuraciones descritas anteriormente.

40 La longitud total del dispositivo óptico puede oscilar entre 300 m y 1000 m. Dado que el dispositivo óptico se consume durante las mediciones, se acorta durante la operación del aparato de medición, normalmente en una longitud de 30 a 70 cm por secuencia de medición, según la temperatura del baño de metal fundido y el protocolo de medición aplicado.

- 45 En consecuencia, el dispositivo óptico tiene un extremo de inmersión y un extremo opuesto. La punta delantera del dispositivo óptico es la punta del extremo de inmersión del dispositivo óptico, es decir, la punta delantera del dispositivo óptico es el extremo que se sumerge en el baño de metal fundido para medir la temperatura.

- 50 Cuando se hace funcionar el aparato de medición, el dispositivo óptico se consume en la dirección desde el extremo de inmersión hacia el extremo opuesto y, después de cada secuencia de medición, otra porción del dispositivo óptico será el extremo de inmersión; es decir, la punta delantera se genera nuevamente después de cada secuencia de medición. El término "consumo", tal como se usa en la presente memoria, se refiere a una desintegración del dispositivo óptico, tal como, por ejemplo, la fusión y disolución del dispositivo óptico por y en el baño de metal fundido, una descomposición o combustión de todo el dispositivo óptico o sus diferentes componentes, y similares. El extremo opuesto se puede conectar a los medios de detección y no se consumirá durante la medición. En un escenario de medición típico, la radiación emitida por el baño de metal fundido, especialmente en el rango de longitud de onda IR, se transporta por la fibra óptica del dispositivo óptico a los medios de detección. La información de intensidad y/o espectral de la radiación puede procesarse mediante una unidad de procesamiento conectada a los medios de detección para obtener la temperatura del metal fundido. La unidad de procesamiento se puede conectar a una interfaz hombre-máquina, por ejemplo, un monitor y un teclado.

- 60 60 El aparato de medición comprende además un medio de detección.

65 El medio de detección está acoplado preferiblemente al dispositivo óptico, en particular al extremo opuesto del dispositivo óptico. El medio de detección está adaptado para recibir una señal de luz, en particular en el intervalo de longitud de onda IR, transmitida por el dispositivo óptico.

65 Preferiblemente, el medio de detección es un detector, en particular un pirómetro.

El medio de detección puede comprender contactos eléctricos. Los contactos eléctricos se configuran preferiblemente para conectarse a la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.

- 5 Preferiblemente, el medio de detección está conectado a medios para convertir una señal recibida, en particular un convertidor de analógico a digital (AD).

El medio de detección puede comprender además medios de suministro de energía.

- 10 Se pueden disponer medios adicionales entre el dispositivo óptico y el medio de detección cuando están acoplados, por ejemplo, filtros de modo u organizadores de fibra.

El aparato de medición también comprende una unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.

- 15 Preferiblemente, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico es rotacionalmente simétrica. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede ser una bobina, un carrete, un tambor o un cartucho.

- 20 La dimensión de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico se puede caracterizar por su diámetro exterior y/o su circunferencia exterior. Preferiblemente, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico tiene un diámetro exterior en el intervalo de 40 a 80 cm, más preferido en el intervalo de 50 cm a 70 cm.

- 25 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico normalmente comprende un núcleo cilíndrico. El núcleo cilíndrico se puede caracterizar por su circunferencia exterior y/o su diámetro. La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico también puede comprender otros componentes, como por ejemplo paneles laterales en forma de disco o en forma de anillo, instalados en ambos lados del núcleo cilíndrico. Dichos paneles pueden tener el mismo diámetro o un diámetro mayor que el núcleo cilíndrico, formando en este último caso un reborde que se extiende desde el núcleo cilíndrico. En tales casos, el diámetro exterior de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico es mayor que el diámetro del núcleo cilíndrico de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Los paneles pueden o no adoptar la forma de una rejilla.

- 30 Preferiblemente, el núcleo cilíndrico de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico tiene un diámetro en el intervalo de 30 a 70 cm, más preferido en el intervalo de 35 cm a 65 cm, muy preferido en el intervalo de 40 a 60 cm.

- 35 La unidad de almacenamiento puede ser hueca, es decir, comprender un espacio interno. En otras palabras, la unidad de almacenamiento puede comprender una parte en forma de tubo.

- 40 Preferiblemente, el dispositivo óptico se dispone al menos parcialmente en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, preferiblemente sobre un núcleo cilíndrico de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. La porción del dispositivo óptico dispuesta en la unidad de almacenamiento se denomina porción enrollada del dispositivo óptico. La porción del dispositivo óptico que no está dispuesta en la unidad de almacenamiento se denomina porción desenrollada del dispositivo óptico.

- 45 Durante la operación del aparato de medición, el dispositivo óptico se alimenta y se retrae, lo que también provoca un desenrollamiento y un retroceso de porciones del dispositivo óptico; en otras palabras, la porción enrollada y la porción desenrollada del dispositivo óptico cambian constantemente durante la operación.

- 50 La porción desenrollada del dispositivo óptico puede definir la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico, es decir, la "trayectoria de inmersión" del dispositivo óptico se puede definir como la ruta por la que pasa cada incremento de la porción desenrollada del dispositivo óptico. En otras palabras, la ruta de inmersión comienza en la unidad de almacenamiento del dispositivo óptico y termina en la punta delantera del dispositivo óptico. Debe entenderse que la trayectoria de inmersión se determina predominantemente por los componentes y medios del aparato de medición a través del cual se guía y alimenta el dispositivo óptico. Preferiblemente, la trayectoria de inmersión comienza dentro del alojamiento en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y pasa por el medio de alimentación, el medio de enderezamiento y el sistema de guiado. Por lo tanto, una primera sección de la trayectoria de inmersión está situada dentro del alojamiento y una segunda sección de la trayectoria de inmersión está situada fuera del alojamiento. En particular, la segunda sección se ubica dentro del sistema de guiado. Tras abandonar el sistema de guiado, la trayectoria de inmersión puede comprender al menos una sección adicional. Durante la operación del aparato de medición, esta al menos una sección adicional puede ser, en particular, la sección entre la salida del sistema de guiado y el punto donde la punta delantera del dispositivo óptico se sumerge en el baño de metal fundido.

- 60 Preferiblemente, las dos primeras secciones de la trayectoria de inmersión están completamente encerradas dentro del alojamiento y el sistema de guiado. En otras palabras, la porción desenrollada del dispositivo óptico está completamente cubierta por los componentes del aparato de medición hasta que sale de la salida del sistema de guiado. Por lo tanto, se puede proporcionar una protección y un control máximos del dispositivo óptico durante la operación.

Preferiblemente, la trayectoria de inmersión no comprende secciones que estén retorcidas. En otras palabras, la trayectoria de inmersión es curva sin la presencia de torceduras.

5 Preferiblemente, la trayectoria de inmersión no comprende una curvatura con un radio menor que 200 veces el diámetro exterior del dispositivo óptico. El radio de una curvatura se define por el radio de un círculo imaginario que mejor se aproxima a una curva en un punto. Tal configuración permite una inmersión del dispositivo óptico sin una flexión excesiva y la aplicación de fuerzas relacionadas que podrían provocar una deformación plástica y daños.

10 La porción enrollada del dispositivo óptico puede disponerse en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico de forma enrollada. En otras palabras, la porción enrollada del dispositivo óptico se dispone en al menos un enrollamiento, preferiblemente en múltiples enrollamientos, en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. En tal configuración, la porción enrollada del dispositivo óptico comprende un enrollamiento interior y un enrollamiento exterior y, opcionalmente, enrollamientos intermedios. El enrollamiento interior también se puede denominar primer enrollamiento y el enrollamiento exterior también se puede denominar último enrollamiento. Debe entenderse que el diámetro del enrollamiento interior puede corresponder al diámetro de un núcleo cilíndrico de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.

15 Preferiblemente, la trayectoria de inmersión comienza al final del enrollamiento exterior, es decir, en el punto desde el que el dispositivo óptico ya no está dispuesto en la unidad de almacenamiento. Preferiblemente, el diámetro del enrollamiento interior del dispositivo óptico es igual o menor que el diámetro del enrollamiento exterior del dispositivo óptico.

20 Preferiblemente, los enrollamientos del dispositivo óptico se disponen en capas superpuestas en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Preferiblemente, la capa interior comprende el enrollamiento interior y la capa exterior comprende el enrollamiento exterior. Puede preferirse que la porción desenrollada del dispositivo óptico se origine en la capa exterior. En otras palabras, la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico comienza desde la porción más externa del dispositivo óptico dispuesto en la unidad de almacenamiento. Por lo tanto, cuando el dispositivo óptico se mueve por el medio móvil a lo largo de la trayectoria de inmersión, se mueve desde el punto más exterior de la porción enrollada del dispositivo óptico en la unidad de almacenamiento. Esta configuración asegura una alimentación y retracción controladas del dispositivo óptico durante la operación.

25 En una realización preferida, el extremo opuesto del dispositivo óptico está conectado a la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico; en otras palabras, el dispositivo óptico tiene un extremo fijo conectado a la unidad de almacenamiento y un extremo libre. Durante la operación del aparato de medición, el extremo libre será la punta delantera del dispositivo óptico y el extremo fijo será el extremo opuesto.

30 Puede preferirse que la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico sea intercambiable. Por lo tanto, se puede reemplazar después de que el dispositivo óptico se haya consumido durante la operación del aparato de medición.

35 40 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender el medio de detección, en otras palabras, el medio de detección se dispone sobre, dentro o en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. En particular, el medio de detección puede disponerse en un espacio hueco de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Debe entenderse que, en este caso, el medio de detección se mueve cuando se mueve la unidad de almacenamiento. Dicha configuración permite además el diseño compacto del aparato de medición. Además, dicha configuración permite una calibración para el dispositivo óptico y el medio de detección antes de la instalación de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico en las realizaciones en las que la unidad de almacenamiento es intercambiable.

45 50 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender medios para interactuar con los medios comprendidos por el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento; en otras palabras, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico pueden comprender medios que son compatibles entre sí. Dichos medios pueden configurarse para establecer una interacción mecánica o eléctrica entre la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento. Dichos medios compatibles permiten un alto control del movimiento de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico provocado por un movimiento del soporte giratorio y mejoran adicionalmente el diseño compacto del aparato de medición.

55 60 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender un medio de conexión eléctrica. Especialmente cuando la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico comprende el medio de detección, el medio de conexión eléctrica proporcionado con la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico mejora aún más el diseño compacto del aparato de medición. Dicho medio de conexión eléctrica puede configurarse para la transferencia de señales o datos, el suministro de energía y/o el intercambio con una unidad de análisis.

65 65 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender un medio de conexión mecánica, configurado para interactuar con el medio de conexión mecánica comprendido por el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Dicho medio de conexión mecánica se configura para garantizar un

montaje fiable de la unidad de almacenamiento en el soporte giratorio, especialmente cuando el soporte giratorio se mueve.

- 5 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico también puede comprender un medio de bloqueo, es decir, un medio que permite el bloqueo de una unidad de almacenamiento en el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Preferiblemente, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico comprende un medio de bloqueo configurado para interactuar con el medio de bloqueo de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico en tal realización. Dichos medios de bloqueo que interactúan se configuran preferiblemente para fijar la unidad de almacenamiento en el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.
- 10 La unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender medios de orientación. Los medios de orientación se configuran para facilitar un montaje fácil y guiado de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico en el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento y para garantizar la orientación adecuada de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico sobre el soporte giratorio. Preferiblemente, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento comprende un medio de orientación configurado para interactuar con el medio de orientación de la unidad de almacenamiento en tal ejemplo. Tal configuración permite un control preciso del movimiento de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico cuando se impulsa por el movimiento del soporte giratorio.
- 15 20 Preferiblemente, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico comprende medios de identificación. Dichos medios permiten una fácil conexión con la información sobre el dispositivo óptico almacenada en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, por ejemplo, datos de calibración o longitud. Los medios para la identificación de la unidad de almacenamiento pueden seleccionarse del grupo que comprende medios impresos, por ejemplo códigos de barras o códigos QR, o medios electrónicos, por ejemplo chips o etiquetas RFID, etiquetado y combinaciones de los mismos.
- 25 30 El aparato de medición también comprende un soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, en el que se puede montar la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Esta configuración exige que el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento se instale en una configuración no estacionaria, es decir, se instale de modo que pueda moverse, especialmente girarse.
- 35 40 Además, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico se configura para moverse mediante un motor. Debe entenderse que, en una configuración de este tipo, el movimiento del soporte giratorio de la unidad de almacenamiento, es decir, una rotación, conduce a una rotación de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. En otras palabras, un accionamiento del soporte giratorio conduce directamente a un accionamiento de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Esta configuración permite que el dispositivo óptico no se extraiga de la unidad de almacenamiento sino que se empuje hacia adelante.
- 45 50 55 60 65 El soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede estar formado por una sola parte o por una pluralidad de partes. Por ejemplo, la parte o partes pueden tener forma de varilla, forma de barra o forma de rueda. La sección transversal de la parte o partes puede tener cualquier geometría, por ejemplo, ser redonda, elíptica, cuadrada o rectangular. En una realización preferida, el diámetro de la parte o partes aumenta hacia una dirección, en otras palabras, la parte o partes no tienen un diámetro uniforme.
- El soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender medios de conexión eléctrica. Por lo tanto, el diseño compacto del aparato de medición puede mejorarse aún más.
- El soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender medios de orientación. Los medios de orientación se configuran para facilitar un montaje fácil y guiado de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y para garantizar la orientación adecuada de la unidad de almacenamiento sobre el soporte giratorio. Además, garantiza una conexión sin estrés de las conexiones eléctricas entre la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el soporte giratorio.
- El soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico puede comprender un medio de bloqueo, es decir, un medio que permite el bloqueo de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico en el soporte giratorio.
- El aparato de medición comprende un medio móvil adaptado para alimentar y retraer el dispositivo óptico. Un medio móvil debe entenderse como un medio configurado para provocar un movimiento activo del dispositivo óptico. Para mover el dispositivo óptico, se debe establecer hasta cierto punto un contacto mecánico entre el medio móvil y el dispositivo óptico. En particular, el medio móvil está adaptado para accionar el soporte para la unidad de almacenamiento del dispositivo óptico y alimentar el dispositivo óptico. El medio móvil también puede mover el dispositivo óptico en la dirección opuesta, por ejemplo, retraerlo. Por lo general, el dispositivo óptico se retrae en una dirección que se aleja de un baño de metal fundido una vez finalizada la secuencia de medición. Debe entenderse que el medio móvil provoca el movimiento del dispositivo óptico a lo largo de la trayectoria de inmersión. La alimentación,

- en el sentido de la presente invención, significa un movimiento del dispositivo óptico, durante la operación, normalmente hacia un baño de metal fundido. La retracción debe entenderse como un movimiento en la dirección opuesta. La alimentación se conecta a un desenrollamiento del dispositivo óptico desde la unidad de almacenamiento, mientras que la retracción se conecta a un retroceso sobre la unidad de almacenamiento, es decir, una reubicación de al menos una porción del dispositivo óptico que se ha desenrollado previamente.
- En particular, el medio móvil puede configurarse para mover el dispositivo óptico con una exposición mínima del dispositivo óptico a las fuerzas de fricción o torsión. Durante el movimiento, la punta delantera del dispositivo óptico puede sumergirse por debajo de la superficie del baño de metal fundido, donde se puede obtener información sobre la temperatura.
- El medio móvil puede configurarse además para ajustar la velocidad de alimentación del dispositivo óptico. La velocidad de alimentación, es decir, la velocidad con la que se mueve un incremento del dispositivo óptico, puede estar en el intervalo de 0,1 a 5,0 m/s.
- El medio móvil también puede configurarse para ajustar la aceleración del dispositivo óptico. La aceleración de la velocidad de alimentación puede ser de hasta 25 m/s². Una rápida aceleración permite un control preciso de la alimentación y la retracción del dispositivo óptico.
- El medio móvil comprende al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.
- El motor para accionar el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico permite un movimiento de rotación eficiente y controlado de la unidad de almacenamiento. El motor para accionar el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento puede cambiar la velocidad del movimiento de rotación según corresponda, y funciona como parte de un mecanismo de ajuste de la velocidad de alimentación.
- El al menos un motor para accionar el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento puede ser un servomotor y/o comprender un servoaccionamiento para controlar la posición del motor.
- El medio móvil comprende un medio de alimentación para alimentar el dispositivo óptico. El medio de alimentación se acciona por al menos un motor para la conducción hacia adelante y hacia atrás. El motor para accionar el medio de alimentación puede cambiar la velocidad de movimiento del dispositivo óptico según convenga y es una parte adicional del mecanismo de ajuste de la velocidad de alimentación.
- Para permitir la alimentación, el dispositivo óptico es guiado a través del medio de alimentación; en otras palabras, la trayectoria de inmersión pasa a través de los medios de alimentación. Preferiblemente, el medio de alimentación está en contacto con el dispositivo óptico.
- El medio de alimentación puede configurarse para mover el dispositivo óptico de manera recta, es decir, sin un movimiento giratorio, curvo o doblado. En otras palabras, la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico es recta cuando pasa por el medio de alimentación.
- En una realización preferida, la longitud de la trayectoria de inmersión entre la unidad de almacenamiento del dispositivo óptico y el medio de alimentación está en el intervalo de 10 cm a 100 cm. Por lo tanto, se minimiza la longitud de la porción desenrollada del dispositivo óptico en la trayectoria de inmersión.
- El al menos un motor para accionar el medio de alimentación puede configurarse para detectar un bloqueo en o de la ruta de inmersión.
- El al menos un motor para accionar el medio de alimentación puede ser un servomotor y/o comprender un servoaccionamiento para controlar la posición del motor.
- Preferiblemente, el medio de alimentación comprende al menos un par de ruedas enfrentadas. Preferiblemente, al menos un par de ruedas enfrentadas se acciona por al menos un motor del medio de alimentación, es decir, todas las ruedas o al menos una rueda se giran por el motor. Las ruedas se disponen preferiblemente para ajustarse por compresión al dispositivo óptico. El dispositivo óptico se acciona de este modo por la rotación de las ruedas en respuesta al motor que acciona el medio de alimentación.
- Las ruedas del medio de alimentación pueden tener ranuras circunferenciales, que se configuran para alojar el dispositivo óptico. La forma y la geometría más adecuadas de las ranuras de las ruedas dependen del dispositivo óptico utilizado para la medición de la temperatura. Preferiblemente, las ranuras de las ruedas tienen forma de U. La superficie de las ranuras de las ruedas puede tener una superficie plana o corrugada. Tal configuración permite la alimentación del dispositivo óptico sin deslizamiento.

- Preferiblemente, las ranuras de las ruedas tienen un diámetro que es mayor que el diámetro del dispositivo óptico. Preferiblemente, las ranuras de las ruedas tienen un diámetro que es hasta un 5 % mayor que el diámetro exterior del dispositivo óptico. Puede preferirse que la profundidad de las ranuras de las ruedas sea menor que el diámetro del dispositivo óptico. Preferiblemente, las ranuras de las ruedas tienen una profundidad que es hasta un 5 % menor que el diámetro del dispositivo óptico. Preferiblemente, las ranuras de las ruedas tienen un diámetro que es hasta un 5 % mayor que el diámetro exterior del dispositivo óptico y una profundidad que es hasta un 5 % menor que el diámetro del dispositivo óptico. Por lo tanto, un espacio vacío que forman las ranuras cuando un par de tales ruedas se disponen en una configuración ajustada o casi ajustada tiene una forma elíptica. Por lo tanto, el dispositivo óptico se ajusta por compresión durante la operación de alimentación y retracción.
- Según una realización preferida, el medio de alimentación puede comprender más de un par de ruedas. Las más de un par de ruedas del medio de alimentación pueden tener configuraciones iguales o diferentes.
- En una realización preferida, al menos un par de ruedas del medio de alimentación se accionan por resorte. En otras palabras, al menos una de las ruedas está montada de manera fija y la al menos otra rueda se dispone opuesta a la rueda fija y es móvil y se mantiene en posición mediante un resorte elástico. La configuración accionada por resorte permite un guiado óptimo del dispositivo óptico sin la aplicación de fuerzas de apriete innecesarias. Preferiblemente, la presión de apriete aplicada por las ruedas accionadas por resorte es ajustable.
- El aparato de medición puede comprender además un medio de control, configurado para controlar las actividades de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el al menos motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación. En particular, el medio de control puede ser un dispositivo de control electrónico tal como un microcontrolador, un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) o un ordenador.
- Preferiblemente, el medio de control se configura para coordinar las actividades de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el al menos motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación. La coordinación en este contexto significa que ninguno de los motores se acciona por separado. Esta conducción no tiene que estar necesariamente sincronizada, es decir, iniciarse exactamente en el mismo momento. También puede preferirse que el movimiento de uno de los motores se inicie un período distinto antes del movimiento del otro motor. Tal coordinación permite una alimentación y retracción controladas de un dispositivo óptico sin la acumulación de una longitud libre incontrolada. Dicha longitud libre puede formar bucles o eslingas, lo que puede provocar el bloqueo de la trayectoria de inmersión o una pérdida del control preciso de la inmersión.
- Además, el aparato de medición comprende un medio de enderezamiento. Un medio de enderezamiento es un componente que solo puede enderezarse y/o girar debido a interacciones, particularmente fuerzas de fricción, con el dispositivo óptico. Preferiblemente, el enderezamiento se lleva a cabo mediante una deformación plástica del dispositivo óptico. Debe entenderse que la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico pasa a través del medio de enderezamiento.
- Preferiblemente, el medio de enderezamiento no se acciona por motor. Un medio de enderezamiento no accionado por motor permite que un aparato de medición con un número mínimo de componentes interactúe con el dispositivo óptico, que debe coordinarse o sincronizarse activamente y permite una operación fiable del aparato de medición.
- Preferiblemente, el medio de enderezamiento puede configurarse para mantener el contacto directo con el dispositivo óptico desde dos lados opuestos. En una configuración de este tipo, el medio de enderezamiento puede entenderse como un medio de semienderezamiento, ya que normalmente, un medio de enderezamiento se contacta con un dispositivo óptico desde más de dos lados opuestos.
- Preferiblemente, el medio de enderezamiento comprende al menos dos ruedas, preferiblemente más de dos ruedas. En un ejemplo, las al menos dos ruedas se disponen a lo largo de la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico con una distancia, es decir, sus ejes de rotación no están en un eje común perpendicular a la trayectoria de inmersión.
- El par o los pares de ruedas del medio de enderezamiento pueden tener configuraciones iguales o diferentes.
- Preferiblemente, el medio de enderezamiento se coloca detrás del medio móvil en la trayectoria de inmersión, en particular detrás del medio de alimentación. En otras palabras, un dispositivo óptico se guía y/o mueve a través del medio de enderezamiento después de haber sido guiado y/o movido a través del medio de alimentación a lo largo de la trayectoria de inmersión. De esta forma, el dispositivo óptico se mueve activamente solo cerca de su posición de almacenamiento en la unidad de almacenamiento.
- En una realización preferida, la longitud de la trayectoria de inmersión entre el medio de alimentación y el medio de enderezamiento está en el intervalo de 10 cm a 100 cm. Por lo tanto, se minimiza la longitud de la porción desenrollada del dispositivo óptico en la trayectoria de inmersión.

- Preferiblemente, las ruedas del medio de alimentación se disponen con un ángulo entre 70° y 90° con respecto al medio de enderezamiento no accionados por motor. El ángulo entre los dos medios debe entenderse como el ángulo entre sus ejes centrales. El eje central respectivo es un eje perpendicular a la trayectoria de inmersión.
- 5 El aparato de medición comprende un alojamiento. El término “alojamiento” debe entenderse como un alojamiento que protege su interior contra la influencia externa, o las interrupciones, que en el presente caso pueden detener el proceso de alimentación y retracción del dispositivo óptico. Especialmente en las instalaciones metalúrgicas, el entorno puede ser un entorno hostil, por ejemplo, debido a las altas temperaturas inherentes al proceso y a la omnipresencia de suciedad y chatarra.
- 10 El alojamiento encierra el medio de detección, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el medio móvil y el medio de enderezamiento. Esto permite un diseño compacto del aparato de medición. Sorprendentemente, se descubrió que la combinación de este diseño compacto con la configuración del medio móvil, es decir, un accionamiento activo del soporte giratorio de la unidad de almacenamiento junto con el movimiento de la unidad de almacenamiento del dispositivo óptico, el medio de alimentación accionado activamente y un enderezamiento adyacente, era esencial para una inmersión controlada del dispositivo óptico con un tubo metálico exterior relativamente delgado.
- 15 20 Debe entenderse que el alojamiento también cubre al menos una porción del dispositivo óptico, en particular la porción enrollada. Preferiblemente, al menos secciones de la porción desenrollada, es decir, de la trayectoria de inmersión, están cubiertas por el alojamiento.
- 25 Preferiblemente, el alojamiento comprende al menos una abertura, a través de la cual se puede mover el dispositivo óptico.
- 30 Preferiblemente, la altura del alojamiento corresponde al diámetro exterior de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Preferiblemente, la altura del alojamiento está en el intervalo de 1,2 a 2 veces el diámetro exterior de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, preferiblemente en el intervalo de 1,3 a 1,8 veces.
- 35 40 El alojamiento puede tener puertas para facilitar el mantenimiento o por motivos de seguridad. El alojamiento puede aislarse térmicamente. Las paredes del alojamiento pueden ser de doble capa. En una realización preferida, el espacio vacío entre una pared de alojamiento de doble capa se llena con un material resistente al fuego.
- 45 El alojamiento se puede prever con medios de aclimatación, por ejemplo, para refrigeración y calefacción. En una realización preferida, el alojamiento tiene aire acondicionado. De esta forma, el alojamiento queda protegido contra el sobrecalentamiento. El sobrecalentamiento puede perturbar el proceso de alimentación y retracción del dispositivo óptico. Además, el aire acondicionado evita la condensación.
- 50 55 En una realización preferida, el alojamiento comprende un puerto de conexión de gas, es decir, el alojamiento puede presurizarse o purgarse. Esta realización permite proteger aún más el interior del alojamiento de ingresos del ambiente, por ejemplo, de partículas de polvo y suciedad. Preferiblemente, el alojamiento comprende al menos un armario.
- 60 65 En una realización preferida, el alojamiento comprende un armario que comprende especialmente un primer compartimento accesible para la unidad de almacenamiento y el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el medio móvil y el medio de enderezamiento y un segundo compartimento para un equipo eléctrico del aparato de medición. De esta forma, el medio móvil y la unidad de almacenamiento y, por lo tanto, la porción enrollada del dispositivo óptico se separan de otros componentes. El primer compartimento es accesible para un usuario final y, por lo tanto, no está cerrado, por ejemplo, con una cerradura. Como resultado, un usuario final puede insertar o reemplazar la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico si es necesario. Preferiblemente, el segundo compartimento que comprende un equipo eléctrico del aparato de medición se cierra, por ejemplo, mediante una cerradura de puerta. Como resultado, el equipo eléctrico está bien protegido, lo que evita perturbaciones, por ejemplo, debido a un mal uso.
- 70 75 En un ejemplo, la unidad de almacenamiento y el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y todos los componentes del medio móvil se disponen en un solo armario, por lo tanto, no en unidades separadas. La unidad de almacenamiento y los componentes del medio móvil, en particular el medio de alimentación y el medio de enderezamiento, pueden disponerse en diferentes compartimentos de un único armario. En un ejemplo, la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, los componentes del medio móvil y el medio de enderezamiento se

disponen, al menos parcialmente, en diferentes armarios, por lo tanto, en unidades separadas. Preferiblemente, estas unidades separadas se conectan por medio de un tubo de conexión. Tal configuración permite un diseño modular del aparato de medición.

- 5 El aparato de medición según la invención también comprende un sistema de guiado. Un sistema de guiado debe entenderse como un sistema que guía pasivamente el dispositivo óptico sin moverlo o influir activamente en este. En otras palabras, el sistema de guiado no comprende motores, medios de alimentación ni medios de enderezamiento. El sistema de guiado se configura para garantizar que el dispositivo óptico esté protegido del entorno tan pronto como se saque del alojamiento. El sistema de guiado sirve para guiar el dispositivo óptico hacia el baño de metal fundido y/o hacia fuera del baño de metal fundido dentro del recipiente. Debe entenderse que la trayectoria de inmersión pasa a través del sistema de guiado y, por lo tanto, se determina por su configuración y geometría. El sistema de guiado comprende una entrada y una salida para permitir la alimentación del dispositivo óptico a través del mismo.
- 10 Un extremo del sistema de guiado puede comprender un extremo de inmersión en la dirección de alimentación de la trayectoria de inmersión. El extremo de inmersión puede estar ubicado dentro de un recipiente que contiene un baño de metal fundido. Por lo tanto, se configura preferiblemente para soportar las condiciones en el interior de un recipiente de este tipo. Configurado para soportar tales condiciones significa resistente a temperaturas de, por ejemplo, acero fundido.
- 15 Preferiblemente, el extremo de inmersión del sistema de guiado está dispuesto por encima del baño de metal fundido, cuya temperatura debe medirse. En otras palabras, el dispositivo óptico se sumerge en el baño de metal fundido desde arriba.
- 20 Preferiblemente, la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico pasa primero a través del medio de alimentación, después a través del medio de enderezamiento y, posteriormente, a través del sistema de guiado. Puede ser ventajoso que la curvatura del sistema de guiado se configure para guiar el dispositivo óptico sin doblarse ni retorcerse. En otras palabras, el sistema de guiado guía la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico de tal modo que el dispositivo óptico se guíe con una exposición mínima a las fuerzas de flexión. Preferiblemente, la porción enrollada del dispositivo óptico se dispone en al menos un enrollamiento, preferiblemente en múltiples enrollamientos, en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, y un radio mínimo de curvatura del sistema de guiado es mayor que 4 veces el radio de un enrollamiento interior del dispositivo óptico en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.
- 25 Preferiblemente, el sistema de guiado comprende al menos una sección que es recta, es decir, no curva.
- 30 Preferiblemente, la última sección del sistema de guiado es recta, es decir, la sección anterior a la salida del sistema de guiado.
- 35 Preferiblemente, el sistema de guiado tiene una sección transversal circular en su dirección longitudinal.
- 40 Preferiblemente, la relación entre el diámetro interior del sistema de guiado y el diámetro del tubo metálico exterior del dispositivo óptico no es mayor de 2, en particular, la relación está en el intervalo de 1,2 a 1,9.
- 45 El sistema de guiado se conecta al alojamiento. Tal configuración permite una inmersión del dispositivo óptico sin porciones descubiertas de al menos las dos primeras secciones de la trayectoria de inmersión.
- 50 Preferiblemente, el sistema de guiado se conecta al alojamiento mediante un conector. Un conector permite un diseño modular del aparato de medición.
- 55 En una realización preferida, el sistema de guiado comprende al menos dos componentes individuales, que se conectan de forma separable entre sí. Tal configuración permite una construcción modular del aparato de medición, lo que permite la limpieza y la resolución de problemas.
- 60 Preferiblemente, el sistema de guiado comprende al menos un tubo de guiado. Si el sistema de guiado comprende más de un tubo de guiado, se puede preferir que los más de un tubo de guiado se puedan interconectar de manera desmontable.
- 65 En una realización preferida, el al menos un tubo de guiado se forma de metal.
- 65 Preferiblemente, la relación entre el diámetro interior del al menos un tubo de guiado y el diámetro del tubo metálico exterior del dispositivo óptico no es mayor de 2, en particular, la relación está en el intervalo de 1,2 a 1,9.
- 65 En una realización preferida, el diámetro interior del al menos un tubo de guiado es menor que 20 mm, preferiblemente menor que 16 mm. Preferiblemente, el diámetro interior del al menos un tubo de guiado está en el intervalo de 4 mm a 20 mm, más preferido en el intervalo de 4 a 18 mm.

Preferiblemente, el radio mínimo de la curvatura de la trayectoria de inmersión es mayor que 10 veces el diámetro interior de al menos un tubo de guiado, más preferido 30 veces mayor, y muy preferido 50 veces mayor. Tal relación permite una inmersión del dispositivo óptico sin doblarse.

- 5 Preferiblemente, el radio mínimo de la curvatura del al menos un tubo de guiado es mayor que 4 veces el radio del enrollamiento interior del dispositivo óptico en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico.

Preferiblemente, la longitud del al menos un tubo de guiado no es mayor de 200 cm, preferiblemente no mayor de 100 cm.

- 10 Preferiblemente, el sistema de guiado comprende un sistema de inyección. En tal configuración, el sistema de inyección comprende la última sección de la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico antes de sumergirlo en el baño de metal fundido.

- 15 El sistema de inyección está compuesto preferiblemente de acero y/o un material cerámico.

Preferiblemente, el sistema de inyección termina con una porción recta, es decir, el dispositivo óptico no se dobla antes de entrar en el baño de metal fundido. Por lo tanto, el dispositivo óptico puede sumergirse a lo largo de una trayectoria de inmersión recta en el baño de metal fundido y retraerse del baño de metal fundido. Las propiedades mecánicas del dispositivo óptico cambian debido al calor al que se somete el dispositivo óptico durante la medición de la temperatura y/o el enfriamiento posterior. En particular, su flexibilidad aumenta. Guiar el dispositivo óptico sin doblarse en la última sección de la trayectoria de inmersión evita la deformación permanente y, por lo tanto, el desgaste, la tensión y la fricción del dispositivo óptico, la entrada del material presente en el interior del recipiente y el bloqueo del sistema de inyección. También se evita un movimiento adicional no deseado del dispositivo óptico.

- 25 En una realización preferida, el sistema de guiado comprende al menos un tubo de guiado y un sistema de inyección que están conectados. Tal configuración asegura una inmersión del dispositivo óptico con una porción mínima de secciones desprotegidas en la trayectoria de inmersión. Preferiblemente, el sistema de inyección se conecta al menos a un tubo de guiado con un conector.

- 30 Preferiblemente, al menos un tubo de guiado tiene una porción recta adyacente al sistema de inyección, es decir, la trayectoria de inmersión no es curva en esta sección.

- 35 Preferiblemente, el sistema de inyección comprende una entrada de gas, que se puede conectar a un medio de suministro de gas. Por lo tanto, el sistema de inmersión se puede purgar con un gas mientras está en operación.

- 40 Preferiblemente, el sistema de inyección comprende una lanza de soplado. Una lanza de soplado es una lanza a través de la cual se puede soplar gas de purga en un recipiente metalúrgico. Esto puede ayudar a evitar la penetración de metal, escoria y/o desechos en el sistema de inyección. El gas de purga enfriá además la lanza de soplado y/o el dispositivo óptico en el mismo.

- 45 Normalmente, la lanza de soplado es recta, es decir, no curva, para guiar el dispositivo óptico a lo largo de una trayectoria de inmersión recta hacia el baño de metal fundido. La lanza de soplado puede fabricarse en una sola pieza. La lanza de soplado se dispone en particular de forma coaxial al sistema de guiado y/o axialmente adyacente al sistema de guiado.

- 50 En una realización, un extremo de la lanza de soplado que es dirigida o puede dirigirse hacia el recipiente y/o el baño de metal fundido contenido en el mismo se realiza como una boquilla de Laval. Esto permite que un flujo de gas de purga se introduzca en el recipiente a una velocidad alta y/o velocidad supersónica. Por lo tanto, la escoria que cubre el baño de metal fundido por debajo del dispositivo óptico puede desplazarse antes y/o durante la inmersión del dispositivo óptico. Por lo tanto, se impide el bloqueo de la lanza de soplado y del sistema de guiado. Además, el dispositivo óptico se enfriá incluso dentro del recipiente de tal modo que se aumenta su durabilidad y se habilita una medición de temperatura particularmente precisa.

- 55 El aparato de medición puede comprender además un medio para identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico. El conocimiento de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico mejora aún más la precisión con la que se puede sumergir el dispositivo óptico. Especialmente en las secuencias de medición que comprenden varias etapas de alimentación y retracción del dispositivo óptico con ciertas velocidades de inmersión durante ciertos períodos de tiempo, el conocimiento de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico puede ser un parámetro de entrada esencial para garantizar mediciones de alta calidad.

- 60 Los medios adecuados para identificar la posición del dispositivo óptico de punta delantera no están restringidos adicionalmente, por ejemplo, los medios pueden ser medios de percepción o medios de corte. Dado que se conoce la posición de los medios dentro del aparato de medición, esto también conduce al conocimiento de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico.

Preferiblemente, los medios para identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico se disponen sobre, dentro o en el sistema de guiado.

- 5 En las realizaciones en las que el aparato de medición comprende un medio de control, el medio de control puede configurarse para interactuar con el medio para identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico.
- 10 El aparato de medición puede comprender un medio de corte, configurado para cortar el dispositivo óptico. Puede ser necesario cortar el dispositivo óptico si se produce un bloqueo imprevisto de la trayectoria de inmersión o si es necesario generar una punta delantera nueva del dispositivo óptico. También se puede emplear un corte para conocer la posición de la punta delantera del dispositivo óptico, es decir, identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico. Preferiblemente, el medio de corte se dispone sobre, dentro o en el sistema de guiado.
- 15 El aparato de medición puede comprender además un medio de percepción para percibir la presencia del dispositivo óptico. Percibir una presencia del dispositivo óptico significa detectar una información relacionada con si el dispositivo óptico está presente o no en una determinada posición. Esto puede realizarse en que una parte del medio de percepción se coloca en una posición fija conocida dentro del aparato de medición. El medio de percepción puede configurarse en particular para detectar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico.
- 20 El medio de percepción puede comprender un sensor inductivo o un sensor para medir la propiedad de un flujo de gas.
- 25 En el caso de un sensor para medir la propiedad de un flujo de gas, el medio de percepción se configura en particular para medir un caudal del flujo de gas, una velocidad de flujo del flujo de gas y/o una presión de gas en el flujo de gas. Por lo tanto, se utiliza un flujo de gas para detectar la presencia del dispositivo óptico. En particular, un flujo de gas se realiza en o cerca del sistema de guiado de tal modo que la presencia del dispositivo óptico influye en el flujo de gas, p. ej., obstruyendo al menos una parte de la trayectoria de flujo del flujo de gas. Mediante la medición de la propiedad, se puede percibir la presencia del dispositivo óptico. El del sistema de guiado puede comprender una fuente de gas adecuada. El medio de percepción puede colocarse cerca del sistema de guiado o en una posición remota, conectado con una línea de gas. Tipicamente, las líneas de gas son altamente resistentes a la temperatura.
- 30 30 En una realización ilustrativa en la que el aparato de medición comprende un medio de control, el medio de control puede configurarse para controlar el medio de percepción. Puede ser ventajoso que los medios de control se configuren para controlar la actividad de los motores del medio móvil en coordinación con el medio de percepción.
- 35 35 En una realización adicional, el aparato de medición puede comprender un medio de monitorización para monitorizar el movimiento del dispositivo óptico, por ejemplo, un codificador o comutadores inductivos. Dicho medio de monitoreo puede configurarse para monitorear el movimiento del dispositivo óptico y, por lo tanto, permitir una comparación del movimiento previsto con el movimiento real del dispositivo óptico. Por lo tanto, aún se puede medir cualquier desplazamiento del dispositivo óptico, por ejemplo debido a un bloqueo, que de lo contrario no se pueda detectar.
- 40 40 Preferiblemente, el medio de monitorización se coloca detrás del medio móvil en la dirección de la trayectoria de inmersión. Esto permite una monitorización particularmente precisa y sin interrupciones del movimiento del dispositivo óptico y un control de alta inmersión. El medio de monitorización puede configurarse para monitorizar la distancia que el dispositivo óptico se mueve desde el punto de partida conocido. El punto de partida puede definirse mediante una posición de la punta delantera del dispositivo óptico detectada por un medio para identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico, en particular mediante un medio de percepción. Por lo tanto, después de una medición de posición, el dispositivo monitor asegura que la posición de la punta anterior se conoce durante el movimiento posterior del dispositivo óptico.
- 45 50 En una realización ilustrativa en la que el aparato de medición comprende un medio de control, el medio de control puede configurarse para controlar el medio de monitorización. Preferiblemente, el medio de control se configura para comparar la posición del dispositivo óptico detectada por el medio de monitorización con la posición detectada por un servomotor del medio móvil. Por lo tanto, se puede identificar un posible desplazamiento del dispositivo óptico, un bloqueo del sistema de guiado o un alto desgaste o fricción.
- 55 55 El aparato de medición también puede comprender una unidad de análisis para el análisis de datos.
- 60 60 El aparato de medición también puede incluir un panel de control que permita al usuario introducir o realizar ajustes, por ejemplo, en forma de funciones de control tales como interruptores, teclados o mandos. El panel de control se dispone preferiblemente sobre o en el alojamiento.
- 65 65 El aparato de medición puede incluir un medio de visualización, que puede proporcionar retroalimentación del sistema a un usuario. El medio de visualización se dispone preferiblemente sobre o en el alojamiento.
- 65 65 El aparato de medición puede instalarse en particular de manera estacionaria. Preferiblemente, el aparato de medición se configura de tal modo que puede colocarse en una pared exterior de un recipiente metalúrgico o en una plataforma

en un lado del recipiente metalúrgico, si está presente. Si se coloca en una pared exterior, el aparato de medición puede instalarse en una plataforma de grifo de fondo excéntrico (EBT) o en una pared lateral del recipiente metalúrgico. Por lo tanto, el dispositivo óptico puede moverse en el recipiente desde el punto estacionario. La plataforma puede ser una parte de la pared lateral y/o estar alineada esencialmente en horizontal. En particular, el punto de entrada del recipiente se coloca en la plataforma y/o es una abertura sustancialmente alineada verticalmente.

Un aspecto adicional de la invención es un método para medir la temperatura de un baño de metal fundido con el aparato de medición según la invención.

10 El método comprende al menos las etapas de

- (i) alimentar el dispositivo óptico;
- (ii) medir la temperatura del baño de metal fundido;
- (iii) retraer y hacer retroceder el dispositivo óptico.

Todas las características, ventajas y realizaciones mencionadas en relación con el aparato de medición según la invención también se aplican al aspecto anterior de la invención y al método, y viceversa.

20 Sorprendentemente, se descubrió que un retroceso del dispositivo óptico junto con su retracción conduce a una mayor fiabilidad cuando se usa el aparato de medición, especialmente cuando el método se realiza varias veces.

El método comprende la alimentación del dispositivo óptico.

25 Debe entenderse que la etapa de alimentación comprende la actividad de al menos un motor para accionar el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y la actividad de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación.

30 Preferiblemente, las actividades de los al menos dos motores del medio móvil están coordinadas. Puede resultar ventajoso que la actividad del al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico se inicie antes de la actividad del al menos un motor para el accionamiento hacia adelante y hacia atrás del medio de alimentación. Por lo tanto, una parte del dispositivo óptico se desenrolla de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico antes de que el medio de alimentación mueva activamente el dispositivo óptico. Se ha descubierto que una actividad coordinada de este tipo mejora la precisión y la fiabilidad del método.

35 El método comprende medir la temperatura del baño de metal fundido. Para medir la temperatura, se registra la radiación emitida por el baño de metal fundido, especialmente en el rango de longitud de onda IR, y transportada por el dispositivo óptico a un medio de detección. La información de intensidad y/o espectral de la radiación puede procesarse mediante una unidad de procesamiento conectada al medio de detección.

40 Durante la etapa de medición, el dispositivo óptico puede consumirse al menos parcialmente.

45 El método comprende retraer y hacer retroceder el dispositivo óptico. Debe entenderse que un retroceso mientras se retrae el dispositivo significa que una longitud de la porción desenrollada del dispositivo óptico que no se consumió durante la etapa de medición se reubica en la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico. Aunque el dispositivo óptico se consume en la punta delantera que está situada en el baño de metal fundido y no cerca de la unidad de almacenamiento, la longitud consumida influye directamente en la longitud de la porción desenrollada del dispositivo óptico que se puede enrollar.

50 Debe entenderse que la etapa de retracción y retroceso comprende la actividad de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio de la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico y la actividad de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación.

55 Preferiblemente, el método según la invención se realiza más de una vez.

60 Preferiblemente, el método comprende además al menos una etapa de identificación de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico. La identificación se puede realizar mediante la identificación de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico que está ubicada en una posición de identificación.

65 La identificación de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico se puede realizar antes y/o durante la etapa de alimentación del dispositivo óptico.

65 La identificación de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico se puede realizar durante y/o después de la etapa de retraer y retroceder el dispositivo óptico. Preferiblemente, la punta delantera del dispositivo óptico se retrae

hasta una posición de identificación. Por lo tanto, se puede evitar una retracción del dispositivo óptico más allá de lo necesario.

El método puede comprender además una etapa adicional de retraer el dispositivo óptico más allá de una posición de identificación, detener la retracción del dispositivo óptico y volver a introducir el dispositivo óptico en una posición de identificación. Preferiblemente, la velocidad del movimiento de retracción es mayor que la velocidad del movimiento de alimentación. Una etapa adicional de este tipo permite un posicionamiento preciso del dispositivo óptico, especialmente de la punta delantera. En particular, la etapa adicional es ventajosa cuando el método se realiza más de una vez.

La idea subyacente a la invención se describirá posteriormente con más detalle con respecto a las realizaciones ejemplares mostradas en las figuras. Las características de la implementación ilustrativa pueden combinarse individualmente o en una pluralidad con los objetos reivindicados, a menos que se indique lo contrario. Los ámbitos de protección reivindicados no se limitan a la implementación ilustrativa.

Aquí:

La figura 1 muestra vistas esquemáticas de dispositivos ópticos consumibles.

La figura 2 ilustra una instalación ilustrativa de un aparato de medición.

La figura 3 muestra un aparato de medición ilustrativo según la invención.

La figura 4 muestra una vista detallada de una bobina que lleva un pirómetro.

La figura 5 muestra una vista simplificada de un aparato de medición para ilustrar la trayectoria de inmersión del dispositivo óptico y su curvatura.

La figura 6A muestra una posible configuración de un alimentador con dos pares de rodillos.

La figura 6B ilustra una posible configuración de las ruedas del alimentador.

La figura 6C muestra la configuración de dos ruedas de un alimentador.

La figura 7 muestra la configuración de un alimentador y una enderezadora.

La figura 8A muestra una posible configuración de una enderezadora con una trayectoria de inmersión recta del dispositivo óptico.

La figura 8B muestra una posible configuración de una enderezadora con una trayectoria de inmersión serpenteante del dispositivo óptico.

La figura 9 muestra una configuración de un aparato de medición con un sensor para la ubicación de la punta delantera.

La figura 10 muestra un aparato de medición ilustrativo con un medio de corte.

La figura 1 muestra vistas esquemáticas de dispositivos ópticos consumibles (1', 1", 1'') que pueden emplearse en un aparato de medición según la invención. Una fibra óptica 2', 2", 2'' está rodeada por un tubo 3', 3", 3''' metálico interior y un tubo 4', 4", 4''' metálico exterior. El espacio vacío entre los tubos metálicos 5', 5", 5''' puede llenarse con un material 6" de relleno, como se muestra en la figura 1 B. La figura 1 C muestra una configuración de un dispositivo óptico 1'' con elementos 7'' de separación dispuestos alrededor del tubo 3''' metálico interior y dentro del tubo 4''' metálico exterior.

La figura 2 ilustra una instalación exemplar de un aparato 200 de medición en una plataforma 8 ubicada en el recipiente metalúrgico 9 de un horno 10 de arco eléctrico (EAF). Debido al diseño compacto y robusto, todo el aparato 200 de medición puede estar ubicado cerca del sitio de operación. Esta ubicación minimiza el espacio requerido para la instalación del aparato 200 y la longitud del dispositivo óptico 1 que está en operación. La plataforma 8 comprende un orificio 14 que conduce al interior del recipiente 9 al que está conectado el sistema 207 de guiado del aparato 200 de medición. Dentro del recipiente 9, el dispositivo óptico 9 entra en el baño 11 de metal fundido (no visible en la vista de la figura 2).

La figura 3 muestra un aparato 200 de medición ilustrativo según la invención con más detalle. Un dispositivo óptico 1, dispuesto en una bobina 201, está instalado en un soporte giratorio (no mostrado) en un alojamiento 202. La bobina 201 también lleva un detector (no mostrado), que está conectado al dispositivo óptico 1. Convenientemente, se establece un contacto mecánico y eléctrico entre el soporte y la bobina 201. La bobina 201 se puede intercambiar cuando el dispositivo óptico 1 se consume después de la operación del aparato 200 de medición.

La figura 4 muestra una vista detallada de una bobina 201, que lleva una unidad 301 de detección, que comprende, por ejemplo, un pirómetro. La bobina 201 tiene un núcleo 302 cilíndrico hueco alrededor del cual se puede enrollar el dispositivo óptico 1. La bobina 201 tiene dos paneles laterales 303a, 303b, que se extienden desde el núcleo cilíndrico 302 y aseguran que el dispositivo óptico 1 no se deslice desde el núcleo 302. En la configuración mostrada, la unidad 301 de detección está instalada en la parte hueca del núcleo cilíndrico 302. La bobina 201 también comprende una parte 304 que puede conectarse, es decir, montarse en o sobre un soporte giratorio.

El alojamiento 202 también contiene un alimentador 203 y una enderezadora 204, así como un primer motor 205 para accionar el soporte de la bobina y un segundo motor 206 para accionar el alimentador 203. Los motores que accionan el soporte de la bobina 205 y el alimentador 206 provocan el movimiento activo del dispositivo óptico 1 y juntos forman el sistema móvil. Un sistema 207 de guiado se conecta al alojamiento 202, opcionalmente con un conector 210. El sistema 207 de guiado comprende un tubo 208 de guiado y un sistema 209 de inyección, también conectados opcionalmente con un conector 211. El diámetro del sistema 207 de guiado debe elegirse bastante pequeño, idealmente no más del doble del diámetro del diámetro exterior del dispositivo óptico 1. Tal configuración permite la guía pasiva del dispositivo óptico 1 sin roturas ni bloqueos de la trayectoria 500 de inmersión.

La figura 3 también muestra un recipiente metalúrgico ejemplar 9, que contiene un baño 11 de metal fundido. El aparato 200 de medición se ubica o instala de tal modo que el dispositivo óptico 1 se sumerge en el baño 11 de metal fundido desde arriba después de salir del sistema 207 de guiado. Entre la salida 212 del sistema de guiado y la superficie 12 del baño de metal fundido, el dispositivo óptico 1 normalmente necesita viajar a través de una atmósfera caliente 13 y una capa de escoria (no mostrada) que cubre el baño 11 de metal fundido. Por lo general, la escoria no tiene un volumen constante y, a veces, durante el procesamiento del acero, forma espuma y se expande en volumen. Por lo tanto, puede ser ventajoso que el sistema 209 de inyección esté equipado con una lanza de soplando (no mostrada), que se purga con un flujo de gas. En tal configuración, la purga constante de gas puede garantizar que la apertura 212 del sistema de guiado no esté bloqueada por escoria solidificada y/o gotitas frías de metal fundido. Un beneficio adicional del gas de purga es que mantiene frío el sistema 207 de guiado, así como la porción no utilizada del dispositivo óptico 1 y, por lo tanto, promueve la longevidad del sistema 207 de guiado y, al mismo tiempo, evita la desvitrificación de la fibra óptica no utilizada del dispositivo óptico 1. Preferiblemente, la presión del gas se mantiene entre al menos 2 bar y/o como máximo 5 bar, lo que facilita un enfriamiento suficiente para mantener una fibra no desvitrificada.

La figura 5 muestra una vista simplificada de un aparato 200 de medición para ilustrar la trayectoria 500 de inmersión del dispositivo óptico 1 y su curvatura. La trayectoria de inmersión debe entenderse como la ruta que sigue cada incremento de la porción desenrollada del dispositivo óptico 1 cuando se desenrolla de la bobina 201 hasta que entra en el baño 11 de metal fundido. La trayectoria 500 de inmersión del dispositivo óptico 1 comienza en la bobina 201 y pasa a través del alimentador 203, la enderezadora 204 y el sistema 207 de guiado hasta el baño 11 de metal fundido contenido en un recipiente metalúrgico 9. La curvatura puede definirse por el radio de un círculo 501, que se ajusta a la trayectoria 500 de inmersión. Este radio característico debe elegirse en relación con las características del dispositivo óptico 1 y la dimensión y el radio de la bobina 201 en la que está almacenado. Un radio demasiado pequeño conducirá a una mayor probabilidad de flexión y rotura excesivas del dispositivo óptico.

Antes o durante la inmersión, el dispositivo óptico 1 puede dañarse o destruirse, por ejemplo, mediante la formación de cráneos o partes no fundidas en el baño 11 de metal. Dichos factores pueden provocar una flexión y/o rotura del dispositivo óptico 1, especialmente cuando se alimenta a altas velocidades.

La configuración mostrada en la figura 3 ilustra el sistema durante una secuencia de medición con la punta delantera 213 del dispositivo óptico 1 sumergida bajo la superficie 12 del baño de metal fundido. Una secuencia de medición para obtener una temperatura con un aparato 200 según la invención comprende la alimentación del dispositivo óptico 1, el registro de una señal de medición y la retracción del dispositivo óptico 1. La alimentación y la retracción pueden comprender varias etapas, que definen las velocidades y duraciones del movimiento del dispositivo óptico 1 para obtener resultados de medición óptimos. Los parámetros exactos de dicha secuencia de medición dependen, entre otros, del material del metal fundido, su temperatura y las circunstancias de la instalación metalúrgica. Durante la alimentación y la retracción, es necesario acelerar y desacelerar la masa del soporte para la bobina y la bobina 201. Cuanto mayor sea la masa de estos componentes, mayor será la inercia durante esta etapa.

En general, el dispositivo óptico 1 se mueve con su punta delantera 213 en el extremo de inmersión hacia el baño 11 de metal fundido. Los dos motores 205 y 206 pueden controlar con precisión la velocidad de alimentación del dispositivo óptico 1. Dado que la alimentación se basa en un mecanismo de empujar y tirar, es decir, la unidad 205 de almacenamiento accionada por motor empuja y un alimentador 203 accionado por motor independiente tira del dispositivo óptico 1 de modo coordinado, se pueden minimizar las fuerzas a las que está expuesto el tubo metálico exterior del dispositivo óptico 1.

La figura 6 A muestra una posible configuración de un alimentador 203 con dos pares de rodillos 601a, 601b. Las ruedas o cada par de rodillos 601a, 601b se disponen opuestas entre sí con el dispositivo óptico 1 dispuesto entre ellas durante la operación. Las ruedas están accionadas por resorte con una fuerza ajustable que aprieta el dispositivo

- óptico, lo que permite un movimiento sin torsión con fuerzas de apriete mínimas y, al mismo tiempo, contribuye al enderezamiento. La figura 6 B ilustra una posible configuración de las ruedas. La rueda ejemplar tiene una ranura 602 cilíndrica en forma de U y una superficie corrugada. Normalmente, las ruedas se disponen de tal modo que el espacio vacío formado entre ellas a través del cual se conduce el dispositivo óptico 1 tiene una forma ligeramente elíptica, como se muestra en la figura 6 C. La configuración de la distancia del par de rodillos 601 y la forma de sus ranuras permiten una ligera deformación del tubo exterior del dispositivo óptico 1 durante la alimentación y, por lo tanto, permiten un primer enderezamiento. La figura 6 C ilustra además las características constructivas de las ruedas, es decir, la profundidad 603 y el diámetro 604 de las ranuras.
- Después del alimentador 203, 203', la trayectoria 500 de inmersión del dispositivo óptico 1 pasa a través de una enderezadora 204, 204' en un eje recto sin curvatura, como se muestra con más detalle en la figura 7. Un enderezamiento del dispositivo óptico 1 asegura que la flexión o torsión provocada por el almacenamiento en espiral del dispositivo óptico 1 en la bobina 201 se reduzca o elimine al menos.
- La figura 8 muestra las posibles configuraciones de una enderezadora. En la figura 8 A, las cinco ruedas 801 a', 801 b', 801 c', 801 d', 801 e' de la enderezadora 204'' están dispuestas con un desplazamiento entre sí en la dirección de la trayectoria 500 de inmersión'. En la realización mostrada en la figura 8 B, las ruedas 802 a'', 802 b'', 802 c'', 802 d'', 802 e'' de la enderezadora 204''' se disponen de tal modo que la trayectoria 500'' de inmersión no es recta, sino que sigue una línea serpenteante.
- La figura 7 ilustra la configuración de un alimentador 203' con dos pares de rodillos 601 a', 601 b' y una enderezadora 204''' con dos pares de rodillos 702a, 702b en relación con la trayectoria 500 de inmersión. Es ventajoso que el alimentador 203' y la enderezadora 204' estén posicionados a una distancia mínima. Además, se ha descubierto que una relación perpendicular de estos dos componentes da como resultado un enderezamiento efectivo de un dispositivo óptico frágil 1 con una cantidad mínima de fuerzas aplicadas. La figura 7 muestra dicha configuración perpendicular desde una vista frontal, en particular, las ruedas de los rodillos 601 a', 601 b', 702 a, 702 b de los componentes 203', 204' se disponen perpendiculares entre sí. Esto permite, por un lado, reducir la flexión por torsión del dispositivo óptico 1 y, por otro lado, reducir al mínimo el número de componentes necesarios para una operación eficiente del aparato de medición.
- Tras una secuencia de medición, la porción del dispositivo óptico 1 sumergida en el baño 11 de metal fundido se fundirá y, por lo tanto, se consumirá. Una vez tomada la medición, una longitud del dispositivo óptico ubicado en la atmósfera caliente 13 dentro del recipiente metalúrgico 9 se puede retraer hacia la dirección de la bobina 201 y se puede reutilizar para la siguiente secuencia de medición.
- Para obtener mediciones de temperatura fiables, se desea medir a una profundidad de inmersión más o menos fija en el baño 11 de metal fundido. Además, el control del punto de aterrizaje, es decir, el punto en la superficie 12 del baño de metal fundido donde está sumergida la punta delantera 213, es un parámetro que requiere control para obtener resultados de medición precisos. El punto de aterrizaje puede cambiarse, por ejemplo, debido a la alimentación del dispositivo óptico 1 que no está en una trayectoria 500 de inmersión recta o que de lo contrario se ha doblado, torcido o deformado antes de la inmersión.
- Las explicaciones dadas anteriormente ilustran que el dispositivo óptico 1 se desenrolla y retrocede constantemente durante la operación del aparato 200 de medición, lo que puede provocar que porciones desenrolladas del dispositivo óptico 1 sean propensas a dañarse, lo que requiere una alimentación altamente controlada y precisa en ambas direcciones. Además, la longitud y, con ella, el peso del dispositivo óptico 1 cambian constantemente debido al consumo durante cada secuencia de medición.
- La configuración del aparato de medición 200 según la invención compromete la necesidad de control y precisión con un impacto mínimo en el dispositivo óptico 1. La longitud de la porción desenrollada del dispositivo óptico 1 se mantiene a un nivel mínimo que está cubierto casi por completo por los componentes del aparato antes de la inmersión del dispositivo óptico en el baño de metal fundido.
- La figura 9 muestra una configuración de un aparato 200' de medición con un sensor 901 para la ubicación de la punta delantera 213 del dispositivo óptico 1, ubicado en el extremo del sistema 207' de guiado. También son posibles otras ubicaciones del sensor 901. Un sensor adicional permite un mayor control de todo el aparato 200' y mejora aún más la precisión de las secuencias de medición y los resultados que se pueden obtener.
- La figura 10 muestra una configuración de un aparato 200'' de medición con un sistema 207'' de guiado que comprende medios 1001 de corte. Un corte del dispositivo óptico 1 en una posición determinada permite, por un lado, resolver los bloqueos que se producen y, por otro lado, se puede utilizar para determinar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico 1. En el caso de la realización mostrada, una porción cortada de la porción desenrollada del dispositivo óptico 1 será empujada hacia adelante y fuera del sistema 207'' de guiado por la siguiente porción del dispositivo óptico 1, que se mueve por el aparato 200'' de medición.

Lista de numerales de referencia

	1, 1', 1", 1""	Dispositivo óptico
5	2', 2", 2""	Fibra óptica
	3', 3", 3""	Tubo metálico interior
10	4', 4", 4""	Tubo metálico exterior
	5', 5", 5""	Espacio vacío
	6"	Material de relleno
15	7""	Elementos separadores
	8	Plataforma
20	9	Recipiente metalúrgico
	10	Horno de arco eléctrico (EAF)
	11	Baño de metal fundido
25	12	Superficie de baño de metal fundido
	13	Atmósfera en el interior del recipiente
30	14	Orificio en la plataforma del recipiente
	200, 200', 200"	Aparato de medición
	201	Bobina
35	202	Alojamiento
	203, 203'	Alimentador
40	204, 204', 204", 204""	Enderezadora
	205	Motor para accionar el soporte de la bobina
	206	Motor para accionar el alimentador
45	207, 207', 207"	Sistema de guiado
	208	Tubo de guiado
50	209	Sistema de inyección
	210	Conector
	211	Conector
55	212	Salida del sistema de guiado
	213	Punta delantera del dispositivo óptico
60	301	Unidad de detección
	302	Núcleo cilíndrico de bobina
	303 a; 303 b	Paneles laterales de la bobina
65	304	Conexión a soporte giratorio

ES 2 997 486 T3

	500, 500', 500"	Trayectoria de inmersión
	501	Círculo con radio de curvatura de trayectoria de inmersión
5	601, 601 a, 601 b, 601 a', 601 b'	Pares de rodillos de alimentación
	602	Ranura de rueda
10	603	Profundidad de ranuras de ruedas
	604	Diámetro de ranuras de ruedas
	701	Porción de la ruta de inmersión entre el alimentador y la enderezadora
15	702 a, 702 b	Pares de rodillos de la enderezadora
	801 a', 801 b', 801 c', 801 d', 801 e'	Ruedas de enderezadora
20	802 a'', 802 b'', 802 c'', 802 d'', 802 e''	Ruedas de enderezadora
	901	Sensor
	1001	Medio de corte

REIVINDICACIONES

1. Aparato (200, 200', 200") de medición para medir la temperatura de un baño (11) de metal fundido, que comprende
 - i)un dispositivo óptico (1, 1", 1", 1"),
 - ii)un medio (301) de detección, que está adaptado para recibir una señal luminosa transmitida por el dispositivo óptico (1, 1", 1", 1"),
 - iii)una unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico,
 - iv)un soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico,
 - v)un medio móvil,
 - vi)un medio (204, 204', 204", 204") de enderezamiento,
 - vii)un alojamiento (202) y
 - viii)un sistema (207, 207', 207") de guiado conectado al alojamiento, en donde el dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") comprende una fibra óptica (2', 2", 2") rodeada lateralmente por un tubo metálico interior y uno exterior (3, 3", 3"; 4', 4", 4"), en donde el tubo metálico exterior (4', 4", 4") tiene un diámetro exterior en el intervalo de 2 mm a 8 mm y un grosor de pared en el intervalo de 0,1 mm a 0,6 mm,
 - en donde el alojamiento (202) encierra el medio (301) de detección, la unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico, el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico, el medio móvil y el medio (204, 204', 204", 204") de enderezamiento y
 - en donde el medio móvil está adaptado para alimentar y retraer el dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") y comprende
 - a)al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico (205),
 - b)un medio (203, 203') de alimentación para alimentar el dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") accionado por al menos un motor (206) para el accionamiento hacia adelante y hacia atrás.
2. El aparato (200, 200', 200") de medición según la reivindicación 1, en donde el dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") comprende una porción enrollada y una porción desenrollada, y en donde la porción desenrollada define la trayectoria (500, 500', 500") de inmersión del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1").
3. El aparato (200, 200', 200") de medición según la reivindicación 2, en donde la trayectoria de inmersión no comprende porciones que estén retorcidas.
4. El aparato (200, 200', 200") de medición según la reivindicación 2 o 3, en donde la trayectoria (500, 500', 500") de inmersión no comprende una curvatura con un radio inferior a 200 veces el diámetro exterior del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1").
5. El aparato (200, 200', 200") de medición según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde la trayectoria (500, 500', 500") de inmersión comienza al final del enrollamiento exterior del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") en la unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico.
6. El aparato (200, 200', 200") de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la porción enrollada del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") está dispuesta en al menos un enrollamiento, preferiblemente en múltiples enrollamientos, en la unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico y en donde un radio mínimo de curvatura del sistema (207, 207', 207") de guiado es superior a 4 veces el radio de una bobina interior del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1").
7. El aparato (200, 200', 200") de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema (207, 207', 207") de guiado comprende al menos un tubo (208) de guiado.
8. El aparato (200, 200', 200") de medición según la reivindicación anterior, en donde la relación entre el diámetro interior de al menos un tubo (208) de guiado y el diámetro del tubo metálico exterior (4', 4", 4") del dispositivo óptico (1, 1", 1", 1") no es superior a 2.
9. El aparato (200, 200', 200") de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la altura del alojamiento (202) oscila entre 1,2 y 2 veces el diámetro exterior de la unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico.
10. El aparato (200, 200', 200") de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aparato (200, 200', 200") de medición comprende un medio de control, configurado para controlar las actividades de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico (205) y al menos un motor (206) para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación.

11. El aparato (200, 200', 200'') de medición según la reivindicación anterior, en donde el medio de control se configura para coordinar las actividades de al menos un motor para accionar hacia adelante y hacia atrás el soporte giratorio para la unidad de almacenamiento para el dispositivo óptico (205) y el al menos motor (206) para accionar hacia adelante y hacia atrás el medio de alimentación.

5

12. El aparato (200, 200', 200'') de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el aparato (200, 200', 200'') de medición comprende medios (901) para identificar la posición de la punta delantera del dispositivo óptico (213).

10

13. El aparato (200, 200', 200'') de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el medio (301) de detección se dispone sobre, dentro o en la unidad (201) de almacenamiento para el dispositivo óptico.

15

14. Método para medir la temperatura de un baño (11) de metal fundido con un aparato (200, 200', 200'') de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos las etapas de

(i)alimentar el dispositivo óptico (1, 1', 1'', 1''');
(ii)medir la temperatura del baño (11) de metal fundido;
20
(iii)retraer y hacer retroceder el dispositivo óptico (1, 1', 1'', 1'''').

15. El método según la reivindicación 14, en donde el método comprende además al menos una etapa de identificación de la posición de la punta delantera del dispositivo óptico (213).

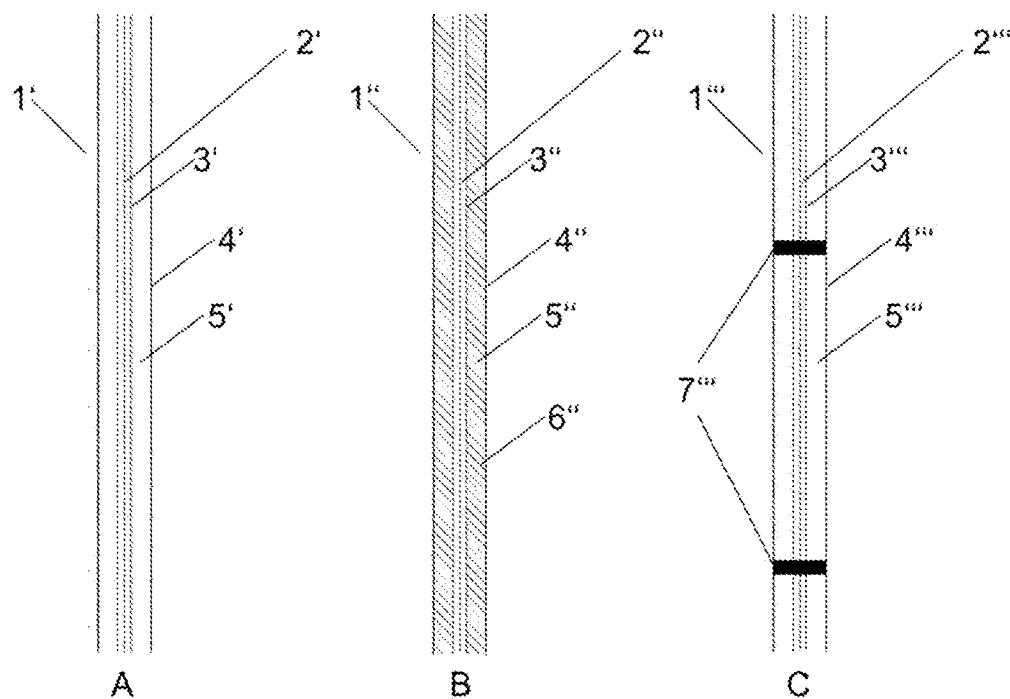


Figura 1

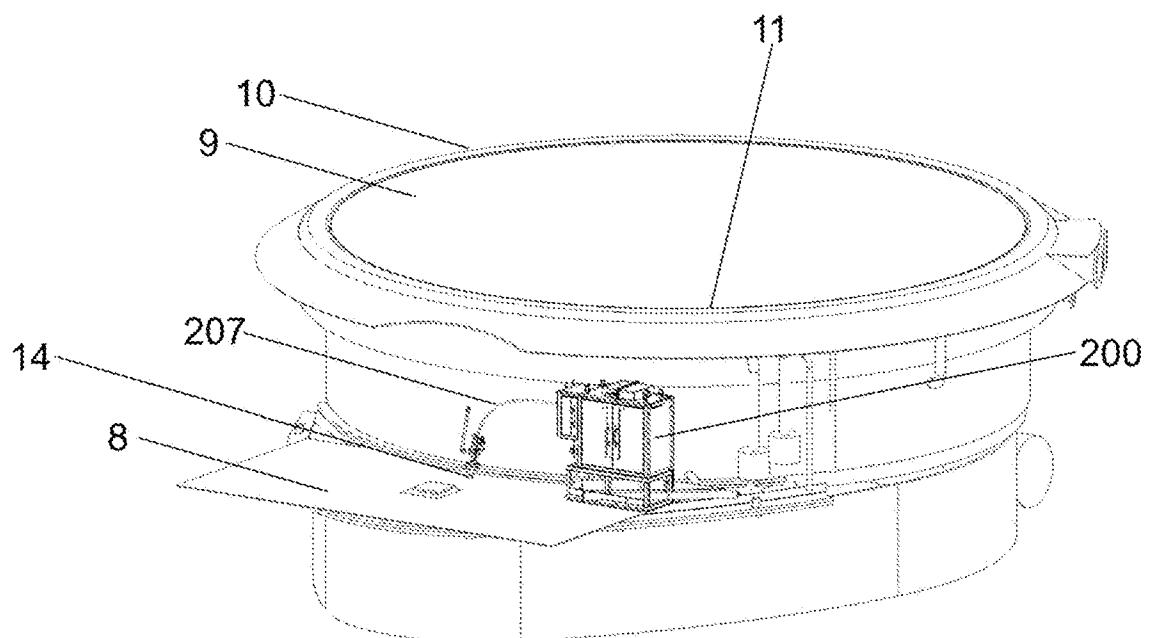


Figura 2

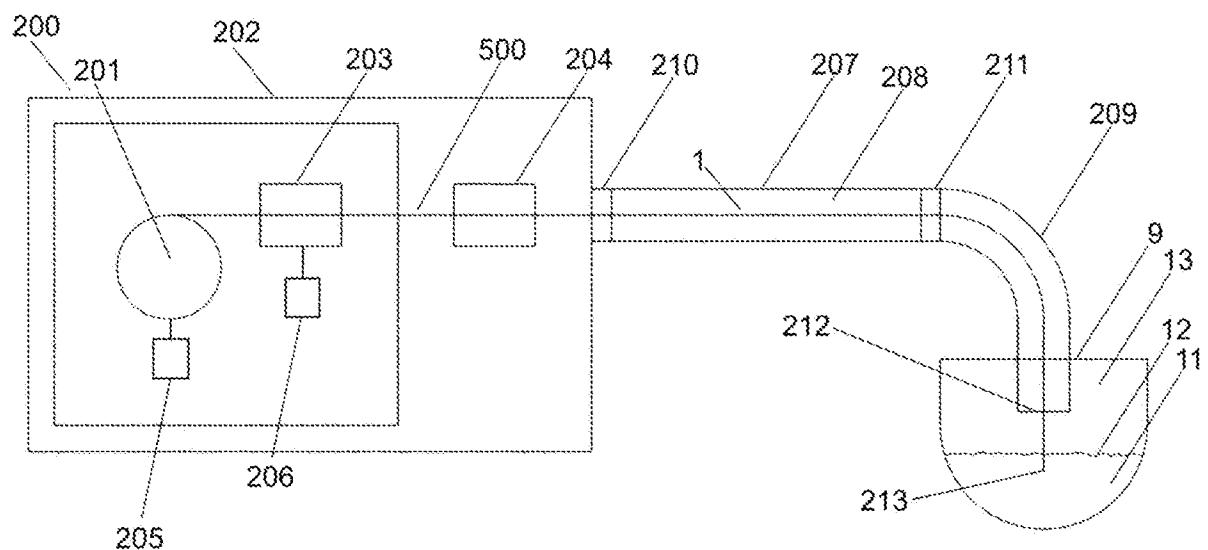


Figura 3

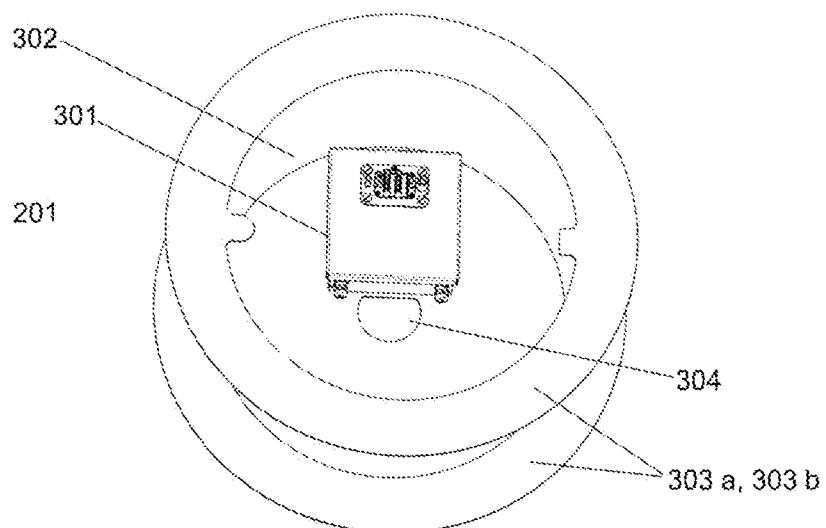


Figura 4

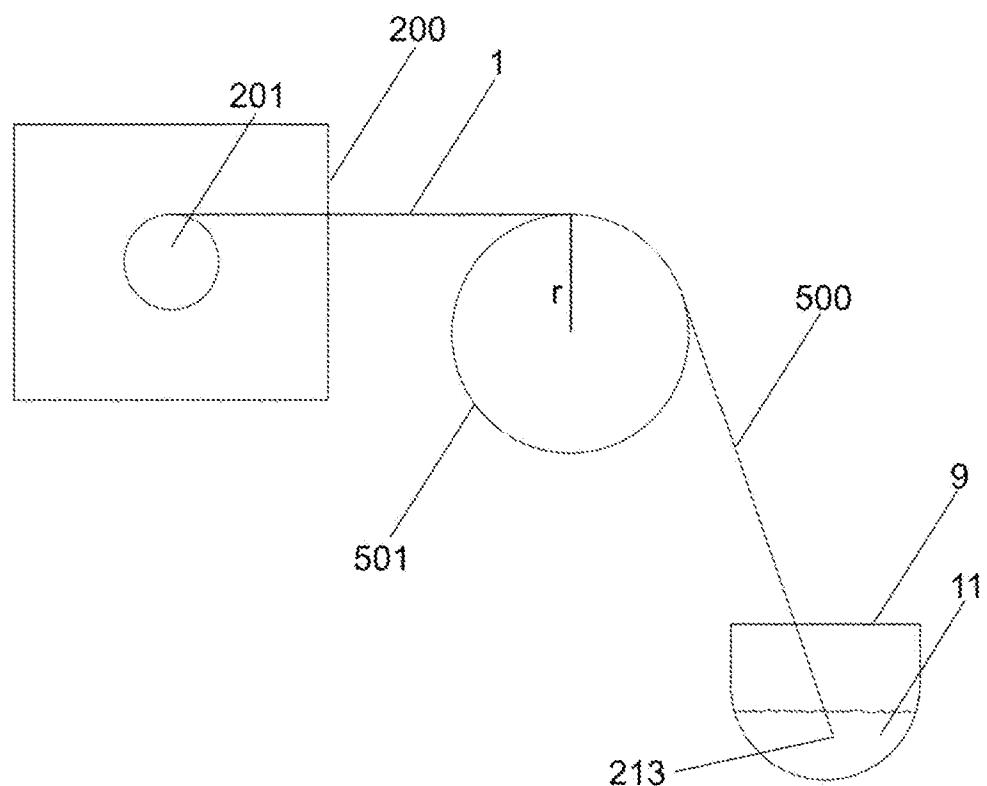


Figura 5

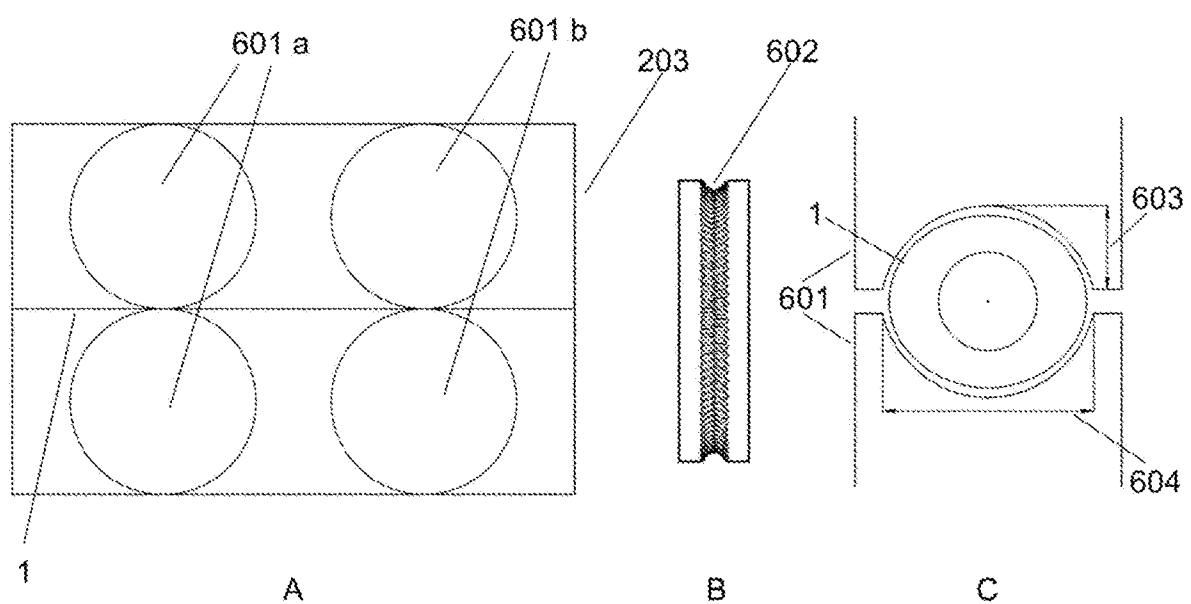


Figura 6

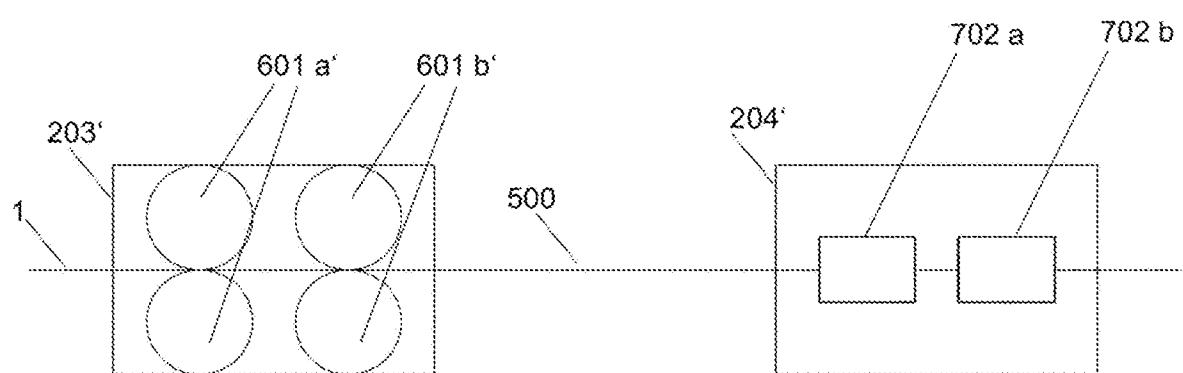


Figura 7

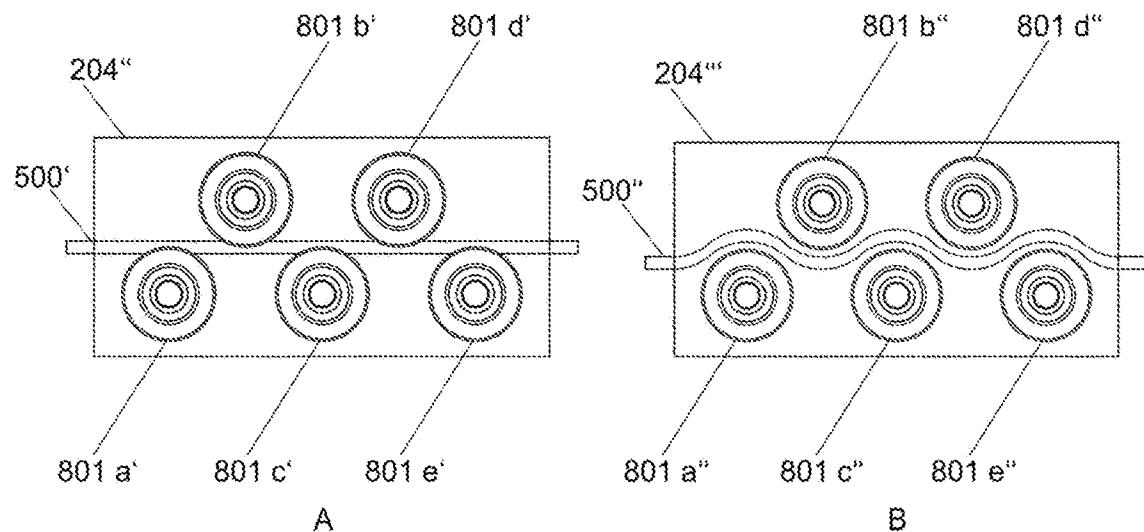


Figura 8

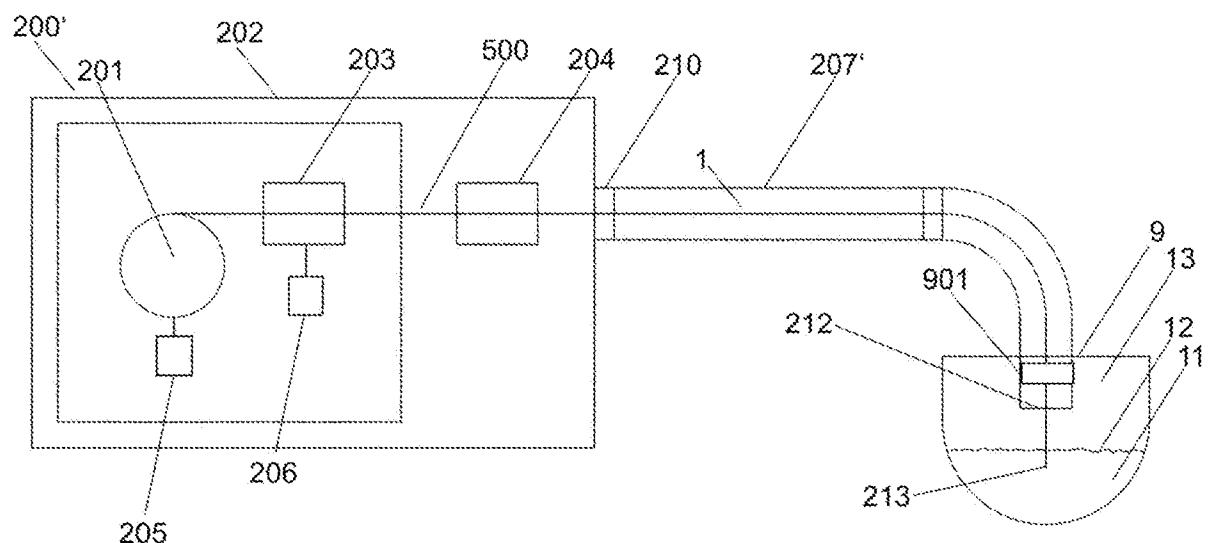


Figura 9

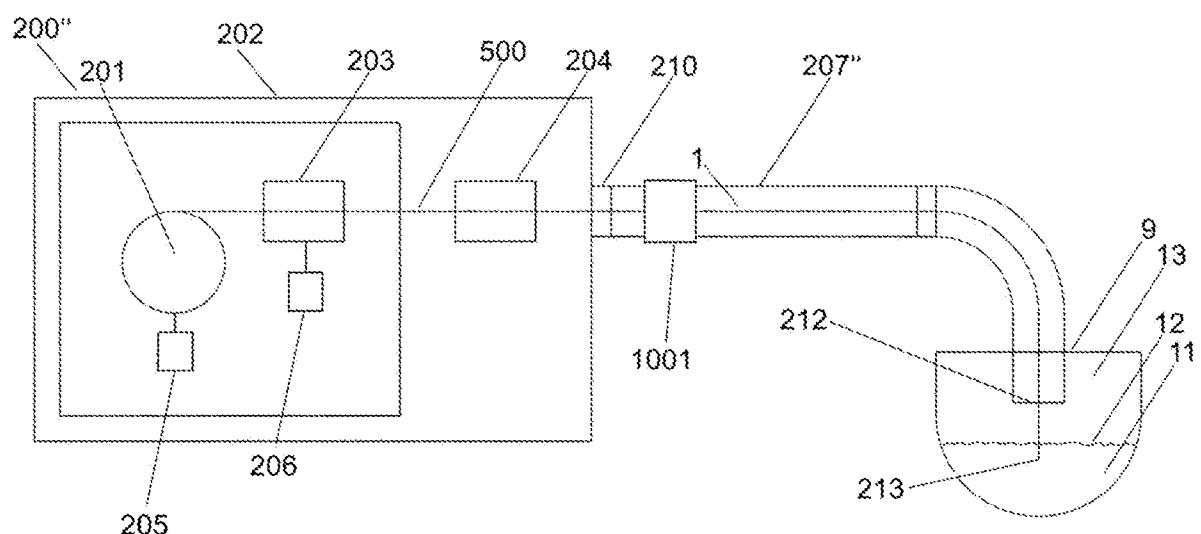


Figura 10