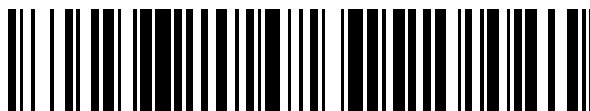


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 710**

51 Int. Cl.:

G01J 5/06 (2006.01)

G01J 5/00 (2006.01)

G01J 5/08 (2006.01)

G01J 5/04 (2006.01)

G01J 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2013 PCT/JP2013/072258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14030661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2013 E 13830623 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2889594**

54 Título: **Dispositivo de medición de la temperatura superficial y método de medición de la temperatura superficial**

30 Prioridad:

22.08.2012 JP 2012183193

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

27.09.2018

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**UEMATSU, CHIHIRO;
WAKASU, YUTAKA y
HONDA, TATSURO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 683 710 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición de la temperatura superficial y método de medición de la temperatura superficial

5 [Campo técnico]

La presente invención se refiere a un método que mide la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura, tal como un material de acero, a través de medición de temperatura radiante. La presente invención se refiere en particular a un método de medición de temperatura superficial que es capaz de medir con precisión la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura, tal como un material de acero (por ejemplo, una rueda, una tubería de acero, una lámina de acero o un riel), en un proceso de enfriamiento con agua.

[Antecedentes de la técnica]

15 Para mejorar la calidad y la productividad de un material objetivo de medición de temperatura, tal como una rueda, una tubería de acero, una lámina de acero o un riel, es importante gestionar la temperatura del material objetivo de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento. Cuando la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura se mide usando un termómetro de radiación en un proceso de enfriamiento, por ejemplo en una línea de laminado en caliente o en una línea de tratamiento térmico y enfriamiento del material objetivo de medición de temperatura, a veces puede producirse vapor o agua de refrigeración dispersa entre el material objetivo de medición de temperatura y el termómetro de radiación. Alternativamente, puede cubrirse una superficie del material objetivo de medición de temperatura con una película de agua, o sumergirse. En tal ambiente, la luz de radiación térmica emitida desde el material objetivo de medición de temperatura puede ser absorbida por vapor de agua, vapor, agua de refrigeración, o similares, o puede dispersarse, y, por consiguiente, puede ser que el valor de temperatura medido incluya un error o que la medición falle.

25 Por consiguiente, para reducir errores al medir la temperatura (en lo sucesivo también denominados errores de medición de temperatura), generados por los factores anteriores, y para permitir la medición precisa de la temperatura radiante, se han propuesto diversos métodos para medir la temperatura superficial de un material de acero según la técnica relacionada. Por ejemplo, el Documento de Patente 1 propone un método para medir la temperatura superficial de un material de acero formando una columna de agua entre un termómetro de radiación y la superficie del material de acero, mediante la eyección de agua de purga desde una boquilla hacia la superficie del material de acero, y mediante la detección de la energía radiante de la luz de radiación térmica emitida por el material de acero a través de la columna de agua.

35 Más específicamente, en el método de medición de temperatura descrito en el Documento de Patente 1 se forma una columna de agua entre un termómetro de radiación y un objetivo de medición. El termómetro de radiación está configurado para medir la temperatura superficial del objetivo de medición en función de la energía radiante emitida por el objetivo de medición. La columna de agua absorbe parte de toda la energía radiante emitida desde el objetivo de medición. Así, teniendo en cuenta la absorción, aunque se corrige la energía radiante, la temperatura superficial del objetivo de medición se mide usando el termómetro de radiación. Este método se caracteriza por ajustar la temperatura de la columna de agua a 60 °C o más, para formar la columna de agua.

45 En el método descrito en el Documento de Patente 1, dado que la columna de agua se forma entre el termómetro de radiación y el objetivo de medición, es poco probable que el vapor de agua o el agua dispersa entren en una parte en la que esté formada la columna de agua, y es posible reducir los errores de medición de temperatura causados por la absorción o dispersión de la energía radiante por parte del vapor de agua o el agua dispersa. Adicionalmente, en el método descrito en el Documento de Patente 1, dado que la temperatura de la columna de agua se establece a 60 °C o más, es probable que se forme una película de ebullición en la superficie del objetivo de medición en contacto con la columna de agua. En consecuencia, es posible suprimir la disminución en la temperatura superficial del objetivo de medición, y reducir la irregularidad de enfriamiento del objetivo de medición sin dañar la representatividad del valor de temperatura medido, lo que resulta ventajoso.

55 Sin embargo, el método descrito en el Documento de Patente 1 presenta los siguientes problemas. Es necesario un calentador, para aumentar la temperatura de la columna de agua a 60 °C o más. También es necesario un alto costo de energía, para aumentar la temperatura del agua. Adicionalmente, debido a que es necesario un aparato de medición del espesor para medir el espesor de la columna de agua (usando un sistema ultrasónico, por ejemplo), la dimensión de todo el aparato es grande y, por consiguiente, resulta difícil instalar el aparato en un espacio estrecho, tal como un espacio entre rodillos que transporten un material de acero. Adicionalmente, incluso cuando se instala el aparato de medición de espesor, la capacidad de mantenimiento puede verse obstaculizada debido a que la fijación y la separación pueden ser problemáticas, y un problema relacionado con el aparato de medición de espesor puede afectar a la estabilidad y fiabilidad del valor de temperatura medido.

65 Con el fin de resolver al menos uno de los problemas anteriores, y similares, del método descrito en el Documento de Patente 1, los presentes inventores han propuesto un método descrito en el Documento de Patente 2. Específicamente, el método descrito en el Documento de Patente 2 es un método de medición de la temperatura superficial de un material de acero objetivo de medición de temperatura, mediante la detección de la luz de radiación

térmica emitida desde la superficie inferior del material de acero objetivo de medición de temperatura, haciendo uso de un termómetro de radiación que está dispuesto opuesto a la parte inferior del material de acero objetivo de medición de temperatura, a través de agua de purga expulsada desde una boquilla hacia la superficie inferior del material de acero objetivo de medición de temperatura. Con este método, basándose en la posición de una trayectoria lineal del material de acero objetivo de medición de temperatura, todos los cabezales de agua de purga están dentro de un intervalo predeterminado (reivindicación 2 del Documento de Patente 2). Adicionalmente, este método propone establecer la longitud de onda de la luz de radiación térmica, detectada por el termómetro de radiación, a 0,9 μm o más corta (reivindicación 3 del Documento de Patente 2).

Según el método anterior descrito en el Documento de Patente 2, dado que todos los cabezales de agua de purga están establecidos con un intervalo predeterminado, se suprime la presión de colisión del agua de purga en la superficie inferior del material de acero objetivo de medición de temperatura, y puede suprimirse el enfriamiento incluso cuando el agua de purga está a temperatura ambiente. Por consiguiente, el método descrito en el Documento de Patente 2 permite obtener la ventaja de eliminar el alto costo de energía asociado al aumento de la temperatura del agua, que resulta necesario en el Documento de Patente 1. Adicionalmente, establecer una longitud de onda de la luz de radiación térmica detectada por el termómetro de radiación de 0,9 μm , o menos, permite obtener la ventaja de hacer innecesario el aparato de medición de espesor para medir el espesor de la columna de agua.

Sin embargo, según el método anterior descrito en el Documento de Patente 2, en caso de medir la temperatura de la superficie superior, las superficies laterales y similares del material de acero objetivo de medición de temperatura, el agua de purga colisionará con el material de acero objetivo de medición de temperatura y, en consecuencia, pueden generarse errores de medición de temperatura debidos al enfriamiento de la superficie del material de acero objetivo de medición de temperatura. Adicionalmente, dado que se establece una longitud de onda de la luz de radiación térmica detectada por el termómetro de radiación de 0,9 μm , o menos, el límite inferior de la temperatura superficial del material de acero al que puede someterse a la medición de temperatura radiante es de aproximadamente 500 °C. Teniendo en cuenta los recientes requisitos de alta calidad para los materiales de acero, ha cobrado importancia el poder gestionar una temperatura superficial de aproximadamente 200 °C en una zona de baja temperatura. En consecuencia, resulta difícil gestionar las temperaturas apropiadas con un método por el cual solo puede medirse una temperatura superficial de aproximadamente 500 °C o más.

Adicionalmente, a modo de técnica para medir la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura, generalmente se mide la temperatura presionando ligeramente un sensor de temperatura de un cable termopar sobre el material objetivo de medición de temperatura. El sensor de temperatura del termopar está fijado en la superficie posterior de una placa de contacto, en el borde de una unidad de medición de temperatura. Sin embargo, dado que la placa de contacto presiona el sensor de temperatura del cable termopar sobre el material objetivo de medición de temperatura, en un proceso de enfriamiento con agua de refrigeración, el agua entra en un espacio entre la placa de contacto y el material objetivo de medición de temperatura, y el sensor de temperatura del cable termopar entra en contacto con el agua. En consecuencia, resulta difícil medir con precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

[Documento(s) de la Técnica Anterior]

[Documento(s) de Patente]

[Documento de Patente 1] JP H8-295950A
[Documento de Patente 2] JP 2006-17589A

[Compendio de la Invención]

[Problema(s) a Resolver por la Invención]

La presente invención se ha realizado para resolver al menos uno de los problemas de la técnica relacionada, y pretende proporcionar un método de medición de temperatura superficial que sea capaz de medir con precisión la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura, tal como un material de acero (por ejemplo, una rueda, una tubería de acero, una lámina de acero o un riel) en un proceso de enfriamiento con agua.

[Medios para Resolver el/los Problema(s)]

La presente invención se refiere a un método de medición de temperatura superficial según la reivindicación 1. En particular, la presente invención se refiere a un método de medición de temperatura superficial para medir la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura detectando, haciendo uso de un termómetro de radiación, la luz de radiación emitida desde una superficie del material objetivo de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento con agua. El método comprende proporcionar un termómetro de radiación, que comprende una unidad receptora de luz, y una carcasa que tiene una abertura en un lado de material objetivo de medición de temperatura, estando almacenada en el interior de la carcasa al menos la unidad receptora de luz del termómetro de radiación. El método comprende adicionalmente interponer un vidrio óptico, configurado para transmitir la luz de radiación térmica, entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación, en donde se ajusta y sella el vidrio óptico en el interior de la carcasa.

El método comprende adicionalmente ubicar una superficie terminal del vidrio óptico sobre un lado de material objetivo de medición de temperatura, adyacente a la superficie del material objetivo de medición de temperatura, y medir la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura. El método comprende adicionalmente proporcionar un miembro de espaciamento, configurado para mantener sustancialmente constante un espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. La unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación emitida a través del agua, presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, y la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical a una dirección horizontal, en donde el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es de 1,0 mm, o menos.

Para llevar a cabo el método de la presente invención puede utilizarse el siguiente aparato de medición de temperatura superficial. El aparato incluye un termómetro de radiación, configurado para detectar la luz de radiación térmica emitida desde una superficie de un material objetivo de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento con agua, una carcasa que tiene una abertura sobre un lado de material objetivo de medición de temperatura, estando almacenada en el interior de la carcasa al menos una unidad receptora de luz del termómetro de radiación, entre elementos estructurales del termómetro de radiación, y un vidrio óptico que está encajado y sellado en el interior de la carcasa entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación, estando configurado el vidrio óptico para transmitir la luz de radiación térmica. El vidrio óptico tiene, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, una superficie terminal que es adyacente a la superficie del material objetivo de medición de temperatura.

En el aparato de medición de temperatura superficial, la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura puede estar ubicada en una posición en la que haya presente agua, en un espacio entre la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura y la superficie del material objetivo de medición de temperatura, y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación pueden recibir la luz de radiación térmica emitida desde la superficie del material objetivo de medición de temperatura, a través del agua presente en el espacio entre la superficie del objetivo de medición de temperatura material y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

El termómetro de radiación puede detectar luz con una cualquiera de bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , 1,0 a 1,2 μm , y 1,6 a 1,8 μm .

El aparato de medición de temperatura superficial puede incluir un miembro de espaciamento, configurado para mantener sustancialmente constante un espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

La superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica puede ser un plano sustancialmente vertical a una dirección horizontal, y el aparato de medición de temperatura superficial puede calcular un valor de temperatura medido mediante la corrección de un valor de salida del termómetro de radiación, a través de la transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto a un espesor de agua correspondiente a una longitud, que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

La superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica según la invención es un plano sustancialmente vertical a una dirección horizontal, la unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida a través del agua, presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, y el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura puede ser de 1,0 mm o menos.

El aparato de medición de temperatura superficial puede incluir un aparato de suministro de agua, configurado para suministrar agua al espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

Para llevar a cabo el método de la presente invención puede utilizarse el siguiente aparato de medición de temperatura superficial. El aparato incluye un termómetro de radiación, configurado para detectar la luz de radiación térmica emitida desde una superficie de un material objetivo de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento con agua, una carcasa que tiene una abertura sobre un lado de material objetivo de medición de temperatura, estando almacenada en el interior de la carcasa al menos una unidad receptora de luz del termómetro de radiación, entre elementos estructurales del termómetro de radiación, un vidrio óptico que está encajado y sellado en el interior de la carcasa entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del

termómetro de radiación, estando configurado el vidrio óptico para transmitir la luz de radiación térmica, y un miembro de espaciamento, configurado para mantener sustancialmente constante un espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

5 En un caso en el que el material objetivo de medición de temperatura sea un material de acero con forma de disco, forma de columna o forma cilíndrica con una superficie periférica exterior, cuando se mide la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura, puede medirse la superficie periférica del material objetivo de medición de temperatura utilizando el termómetro de radiación mientras se mantiene sustancialmente constante el espacio entre la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, en un estado en el que se gira el material objetivo de medición de temperatura alrededor de un eje central del material objetivo de medición de temperatura, como un centro de rotación, y se enfría con agua la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura.

15 [Efecto(s) de la invención]

Como se ha descrito anteriormente, según la presente invención, es posible proporcionar un método de medición de temperatura superficial capaz de medir con precisión la temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura, tal como un material de acero (por ejemplo, una rueda, una tubería de acero, una lámina de acero, o un riel) en un proceso de enfriamiento con agua.

20 [Breve descripción de los dibujos]

[FIGURA 1] La FIGURA 1 es una vista en planta esquemática que muestra un aparato de medición de la temperatura superficial, que puede utilizarse en el método de la presente invención.

25 [FIGURA 2] La FIGURA 2 es una vista frontal esquemática que muestra un aparato de medición de temperatura superficial tal como se ve desde la dirección A de la FIGURA 1.

[FIGURA 3] La FIGURA 3 es una vista lateral esquemática que muestra un aparato de medición de temperatura superficial tal como se ve desde la dirección B de la FIGURA 1.

30 [FIGURA 4] La FIGURA 4 es un diagrama esquemático que muestra un mecanismo de purga en el interior de una carcasa.

[FIGURA 5] La FIGURA 5 es un gráfico que muestra una relación entre una longitud de onda de la luz de radiación térmica y la transmitancia de la luz de radiación térmica, con respecto a un espesor de agua.

35 [FIGURA 6] La FIGURA 6 es un gráfico que muestra los resultados de la observación de un estado del agua presente entre una lámina de acero y una superficie terminal de un vidrio óptico, por un espacio situado entre una superficie superior (plano horizontal) de la lámina de acero que es sustancialmente paralela a una dirección horizontal, o un plano (plano vertical) de la lámina de acero que es sustancialmente vertical a la dirección horizontal, y la superficie terminal del vidrio óptico.

40 [FIGURA 7] La FIGURA 7 muestra un ejemplo de un estado de carga del agua presente entre una superficie de un material objetivo de medición de temperatura y una superficie terminal de un vidrio óptico, sobre un lado de material objetivo de medición de temperatura.

[FIGURA 8] La FIGURA 8 es un gráfico que muestra un ejemplo de una relación entre una tasa de carga de agua y un error de medición de la temperatura.

45 [FIGURA 9] La FIGURA 9 muestra una relación entre una parte donde está cargada agua y un campo de medición de una unidad de detección de un termómetro de radiación.

[FIGURA 10] La FIGURA 10 es un diagrama esquemático que muestra un aparato experimental para evaluar la precisión de medición de la temperatura superficial sobre un plano vertical de una lámina de acero, en un proceso de enfriamiento con agua.

50 [FIGURA 11] La FIGURA 11 es un gráfico que muestra los resultados de la medición de temperatura obtenidos por un aparato experimental que se muestra en la FIGURA 10.

[Modo(s) para llevar a cabo la Invención]

<1. Visión de conjunto de la presente Invención>

55 A continuación se describirá un método de medición de la temperatura superficial según una realización de la presente invención. En primer lugar, se describirá una visión de conjunto del aparato de medición de temperatura superficial que puede utilizarse en la presente realización.

60 El aparato de medición de temperatura superficial incluye un termómetro de radiación, configurado para detectar la luz de radiación térmica emitida desde una superficie de un material objetivo de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento con agua, una carcasa que tiene una abertura sobre un lado de material objetivo de medición de temperatura, estando almacenada en el interior de la carcasa al menos una unidad receptora de luz del termómetro de radiación, entre elementos estructurales del termómetro de radiación, y un vidrio óptico que está encajado y sellado en el interior de la carcasa entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación, estando configurado el vidrio óptico para transmitir la luz de radiación térmica. Adicionalmente, una superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es adyacente a la superficie del material objetivo de medición de temperatura.

En el aparato de medición de temperatura superficial la carcasa tiene la abertura en el lado de material objetivo de medición de temperatura, y almacena en el interior de la carcasa al menos la unidad receptora de luz del termómetro de radiación, entre elementos estructurales del termómetro de radiación. Adicionalmente, el vidrio óptico que está interpuesto entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación transmite la luz de radiación térmica. En consecuencia, la unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida desde la superficie del material objetivo de medición de temperatura, a través de la abertura de la carcasa y el vidrio óptico. Cabe observar que puede almacenarse en la carcasa el termómetro de radiación completo, o puede almacenarse la unidad receptora de luz del termómetro de radiación y situarse en el exterior de la carcasa el resto de elementos estructurales, que no sean la unidad receptora de luz del termómetro de radiación.

En general, en un proceso de enfriamiento, sobre la periferia del material objetivo de medición de temperatura está presente vapor de agua o agua dispersada. Por consiguiente, el vapor de agua o el agua dispersada pueden absorber o dispersar la energía radiante, lo que puede provocar una disminución de la energía radiante de la luz de radiación térmica detectada por el termómetro de radiación, y generar un error en la medición (en lo sucesivo también denominado error de medición). Es posible reducir los efectos del vapor de agua y del agua dispersada si se instala el termómetro de radiación adyacentemente al material objetivo de medición de temperatura; sin embargo, en este caso pueden verse afectadas la resistencia al calor o la propiedad a prueba de agua del termómetro de radiación. En el aparato de medición de la temperatura superficial según la presente realización, el vidrio óptico se ajusta y sella en el interior de la carcasa entre el material objetivo de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación. Por consiguiente, se evita que el termómetro de radiación se vea expuesto directamente al calor emitido por el material objetivo de medición de temperatura, y es poco probable que se introduzca agua en el interior de la carcasa, a través del extremo de la abertura de la carcasa y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación. Por lo tanto, es posible asegurar la resistencia al calor y la propiedad a prueba de agua del termómetro de radiación.

Adicionalmente, dado que la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es adyacente al material objetivo de medición de temperatura, es poco probable que se introduzcan vapor de agua, agua dispersada y agua de refrigeración en un espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. Adicionalmente, incluso cuando se introduzcan agua de refrigeración y similares, el agua de refrigeración que se introduzca en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, tendrá una tensión superficial tal que se mantendrá estacionaria en este espacio. En consecuencia, es posible reducir los errores de medición de temperatura causados por la absorción o dispersión de la energía radiante por parte del vapor de agua o el agua dispersada.

En este caso, el estado en el que el agua de refrigeración se mantiene estacionaria en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, no solo incluye el estado en que el agua de refrigeración queda completamente cargada en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, sino también el estado en el que el agua de refrigeración se mantiene estacionaria en una parte del espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura. Específicamente, por ejemplo, en un caso en el que la superficie del material objetivo de medición de temperatura que detecta la luz de radiación térmica sea un plano vertical a la dirección horizontal, el agua de refrigeración se verá afectada por la gravedad. En este caso, el agua de refrigeración podrá mantenerse estacionaria por debajo del espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

Por consiguiente, el aparato de medición de temperatura superficial puede configurarse de manera que la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, esté ubicada en una posición donde haya agua presente en el espacio entre la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura y la superficie del material objetivo de medición de temperatura, y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida desde la superficie del material objetivo de medición de temperatura a través del agua que está presente en el espacio entre el material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, es posible reducir los errores de medición de temperatura causados por la absorción o dispersión de la energía radiante por parte del vapor de agua o el agua dispersada.

Adicionalmente, con esta configuración del aparato de medición de temperatura superficial, es previsible que el agua de refrigeración se mantenga estacionaria en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, el aparato de medición de temperatura superficial puede reducir los errores de medición de temperatura causados por la absorción o dispersión de la energía radiante por parte del vapor de agua o el agua

dispersada, sin hacer uso de agua de purga o aire de purga. Adicionalmente, no se genera una disminución de la temperatura del material objetivo de medición de temperatura provocada por la pulverización del agua de purga, o del aire de purga, sobre el material objetivo de medición de la temperatura, de manera que la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura apenas se verá afectada.

5 Por ejemplo, en un proceso de enfriamiento de una rueda que tenga una sección transversal sustancialmente circular, se enfría con agua la superficie periférica exterior (superficie lateral en la dirección circunferencial) de la rueda mientras se gira la rueda alrededor de su eje central. En este caso, para comprobar si se están gestionando o no temperaturas apropiadas durante el enfriamiento, se mide la temperatura de la superficie periférica exterior de la
10 rueda con un termómetro de radiación. En particular, si se utiliza agua de purga o aire de purga para medir la temperatura de la rueda, dado que la velocidad de rotación de la rueda es baja, la disminución de temperatura de la rueda causada por el agua de purga o el aire de purga resulta obvia, y resulta difícil llevar a cabo el proceso de enfriamiento deseado. Adicionalmente, dado que se mide la temperatura de la misma superficie lateral cada vez que la rueda completa un giro, la disminución de temperatura de la rueda causada por el agua de purga o el aire de
15 purga se genera varias veces y, por consiguiente, resulta más difícil llevar a cabo el proceso de enfriamiento deseado. Con el aparato de medición de temperatura superficial según la presente realización, dado que no se enfría la superficie de la rueda mediante el agua de purga o el aire de purga, puede medirse la temperatura superficial de la rueda sin afectar a la representatividad de la temperatura medida.

20 En la presente realización, es preferible que el termómetro de radiación detecte luz que tenga una cualquiera de las siguientes bandas de longitud de onda: de 0,7 a 0,9 μm , de 1,0 a 1,2 μm y de 1,6 a 1,8 μm .

La FIGURA 5 es un gráfico que muestra la relación entre la longitud de onda de la luz de radiación térmica y la transmitancia de la misma con respecto al agua del grifo, a 28 °C y con diversos espesores. De la FIGURA 5 puede deducirse que la transmitancia aumenta a medida que el espesor del agua es mayor. En este caso, en la presente
25 realización, la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es adyacente a la superficie del material objetivo de medición de temperatura. Por ejemplo, cuando se establece un espacio de 3 mm o menos entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, la transmitancia de la luz de radiación térmica causante de un error de medición de temperatura puede ser mayor que la transmitancia mostrada en un caso en el que el espesor del agua es de 3 mm.

Por otro lado, el agua de refrigeración no siempre queda completamente cargada en un campo de medición del termómetro de radiación, porque el estado de carga del agua de refrigeración cambia cuando se mueve la posición
35 medida de la temperatura de la superficie, por ejemplo. Es decir, en un caso en el que la luz de radiación térmica detectada no pasa a través del agua de refrigeración, la transmitancia fluctúa sustancialmente.

Como se muestra en la FIGURA 5, en caso de utilizar un termómetro de radiación con longitudes de onda de detección de 0,7 a 0,9 μm , cuando el espesor del agua es de 3 mm la transmitancia es de aproximadamente 1,0. En este caso, incluso cuando se tenga en cuenta el cambio del estado de carga del agua de refrigeración, la
40 transmitancia apenas fluctúa y, por consiguiente, apenas se generan errores de medición.

Adicionalmente, en caso de utilizar un termómetro de radiación con longitudes de onda de detección de 1,0 a 1,2 μm , cuando el espesor del agua es de 3 mm la transmitancia es de 0,7 o más. En consecuencia, cuando cambia el estado de carga del agua de refrigeración, que está presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, la transmitancia fluctúa entre 0,7 y 1,0. Si se asume que 0,85, que es el valor intermedio entre ambas superficies, es la transmitancia promedio, el intervalo de fluctuación de la transmitancia es 0,15. A partir de este valor, se calcula que el efecto del intervalo de fluctuación de la transmitancia sobre la temperatura medida es
50 aproximadamente ± 9 °C, en la zona de 600 °C, y aproximadamente ± 5 °C en la zona de 400 °C. En consecuencia, incluso cuando cambia el estado de carga del agua de refrigeración, puede medirse con precisión la temperatura superficial.

Adicionalmente, en caso de utilizar un termómetro de radiación con longitudes de onda de detección de 1,6 a 1,8 μm , cuando el espesor del agua es de 3 mm la transmitancia es de 0,1 o más. En consecuencia, cuando cambia el estado de carga del agua de refrigeración, que está presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, la transmitancia fluctúa entre 0,1 y 1,0. Si se asume que 0,55, que es el valor intermedio entre ambas superficies, es la transmitancia promedio, el intervalo de fluctuación de la transmitancia es 0,45. A partir de este
60 valor, se calcula que el efecto del intervalo de fluctuación de la transmitancia sobre la temperatura medida es aproximadamente ± 24 °C, en la zona de 400 °C, y aproximadamente ± 12 °C en la zona de 200 °C. En consecuencia, incluso cuando cambia el estado de carga del agua de refrigeración, puede medirse con precisión la temperatura superficial.

65 Según la configuración preferida anterior, el termómetro de radiación detecta luz que tiene bandas de longitud de onda en las que la transmitancia de la luz de radiación térmica es elevada, con respecto al agua presente en el

espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de la medición de temperatura, y, en consecuencia, pueden suprimirse los errores de medición.

5 Según la invención, un miembro de espaciamento está configurado para mantener sustancialmente constante el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

10 Según la configuración preferida, dado que se mantiene el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, el vidrio óptico no entra en contacto con el material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, puede evitarse que el vidrio óptico se dañe al entrar en contacto con el material objetivo de medición de la temperatura. Adicionalmente, dado que el espacio se mantiene sustancialmente constante, la transmitancia no fluctúa por el cambio del espesor del agua. Por consiguiente, puede medirse con mayor precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

15 Adicionalmente, el crecimiento de cascarilla en una rueda o similar genera irregularidades en la superficie de la rueda y, por consiguiente, la superficie de la rueda puede entrar en contacto con la superficie terminal del vidrio óptico, lo que puede dañar el vidrio óptico. Según la configuración preferida anterior, dado que se mantiene la separación entre la superficie de la rueda y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de rueda, puede evitarse que la superficie de la rueda contacte con la superficie terminal del vidrio óptico y evitar así que el vidrio óptico se dañe. Adicionalmente, como se ha descrito anteriormente, dado que el espacio se mantiene sustancialmente constante, puede medirse con mayor precisión la temperatura superficial de la rueda. Cabe observar que, a modo de miembro de espaciamento puede utilizarse, por ejemplo, un mecanismo de rodillo de contacto que incluya un rodillo fijado a una carcasa y que se presione hacia la superficie del material objetivo de medición de temperatura, de manera que esté en constante contacto con la superficie del material objetivo de medición de temperatura.

20 En un caso en el que la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano, sustancialmente vertical a la dirección horizontal, es preferible que un valor de temperatura medido se calcule corrigiendo un valor de salida del termómetro de radiación, haciendo uso de la transmitancia de la luz de radiación térmica, con respecto a un espesor de agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

30 Según la configuración preferida, el valor de salida del termómetro de radiación se corrige haciendo uso de la transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto a un espesor de agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie de la medición de temperatura material objetivo y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. Es decir, el valor de salida del termómetro de radiación se corrige estimando, como la transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto al espesor del agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, el valor promedio de fluctuación de transmitancia debido al cambio del estado de carga del agua presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, puede medirse de manera fácil y precisa la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

40 En un caso en el que la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es la superficie superior del material objetivo de medición de temperatura, que es sustancialmente paralela a la dirección horizontal, es preferible que el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura sea de 2,5 mm o menos.

50 En tal caso, la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es la superficie superior del material objetivo de medición de temperatura, que es sustancialmente paralela a la dirección horizontal, y el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es de 2,5 mm o menos. Por consiguiente, se genera una tensión superficial tal que el agua de refrigeración queda cargada sustancialmente en todo el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, la transmitancia de la luz de radiación térmica no fluctúa debido al cambio del estado de carga del agua, la transmitancia de la luz de radiación térmica dependiente del espesor del agua pasa a ser sustancialmente constante, y puede medirse con mayor precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

65 Según la invención, la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical a la dirección horizontal, y la

unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida a través del agua, presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura, y el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es de 1,0 mm o menos.

Según la invención, la superficie del material objetivo de medición de temperatura sobre la cual el termómetro de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical a la dirección horizontal, y el agua de refrigeración presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura se ve afectada por la gravedad. En este caso, dado que el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura es de 1,0 mm o menos, se genera una tensión superficial tal que el agua de refrigeración queda cargada en un intervalo correspondiente a un área de sustancialmente el 60 % o más de toda el área de la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, estando situada el área debajo de la superficie terminal. Por consiguiente, la unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida a través del agua presente en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En otras palabras, la unidad receptora de luz del termómetro de radiación recibe la luz de radiación térmica que se transmite a través de una parte donde está cargada el agua de refrigeración. En consecuencia, la transmitancia de la luz de radiación térmica dependiente del espesor del agua pasa a ser sustancialmente constante, y puede medirse con mayor precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

En la presente realización es preferible que se proporcione un aparato de suministro de agua, configurado para suministrar agua al espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura.

Según la configuración preferida, el agua queda cargada en el espacio entre la superficie del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura. En consecuencia, la transmitancia de la luz de radiación térmica no fluctúa por el cambio del estado de carga del agua, y puede medirse con una alta precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

Adicionalmente, en la presente realización, un método para medir una temperatura superficial de un material objetivo de medición de temperatura mediante la detección, haciendo uso de un termómetro de radiación, de la luz de radiación térmica emitida desde una superficie del material objetivo de medición de temperatura, en un proceso de enfriamiento con agua, es método para medir la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura mediante la interposición de un vidrio óptico, configurado para transmitir la luz de radiación térmica entre el material objetivo de medición de temperatura y una unidad receptora de luz del termómetro de radiación, para evitar que el agua entre en el espacio situado entre el vidrio óptico y la unidad receptora de luz del termómetro de radiación, y mediante la colocación de una superficie terminal del vidrio óptico en el lado de material objetivo de medición de temperatura adyacentemente a la superficie del material objetivo de medición de temperatura.

Adicionalmente, en un caso en el que el material objetivo de medición de temperatura es un material de acero que tiene forma de disco, una forma de columna, o una forma cilíndrica que presenta la superficie periférica exterior, tal como una rueda con una sección transversal sustancialmente circular, puede medirse la temperatura de la superficie periférica externa del material objetivo de medición de temperatura. Por ejemplo, en un proceso de enfriamiento de una rueda, para verificar si se están gestionando o no temperaturas apropiadas durante el enfriamiento, se mide la temperatura de la superficie periférica exterior de la rueda con un termómetro de radiación. De esta forma, se mide la temperatura de la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura haciendo uso del termómetro de radiación mientras se mantiene sustancialmente constante el espacio entre la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico, en el lado de material objetivo de medición de temperatura, incluso en un estado en el que se gira el material objetivo de medición de temperatura alrededor de su eje central a medida que se enfrían con agua el centro de rotación y la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura. Por consiguiente, la temperatura de la superficie periférica exterior del material objetivo de medición de temperatura puede medirse con precisión.

<2. Realización del aparato de medición de temperatura superficial>

A continuación, se describirá un aparato de medición de temperatura superficial que puede utilizarse en un método de la presente invención, con referencia a dibujos adjuntos, tomando como ejemplo un caso en el que un material objetivo de medición de temperatura es una rueda que tiene una sección transversal sustancialmente circular. La FIGURA 1 es un dibujo esquemático que muestra un aparato 100 de medición de temperatura superficial según una realización de la presente invención. El dibujo esquemático mostrado en la FIGURA 1 es una vista en planta del aparato 100 de medición de temperatura superficial, que muestra una sección transversal del interior de una carcasa 2. La FIGURA 2 es una vista frontal esquemática del aparato 100 de medición de la temperatura superficial cuando se mira desde la dirección A de la FIGURA 1. La FIGURA 3 es una vista lateral esquemática del aparato 100

de medición de la temperatura superficial cuando se mira desde la dirección B de la FIGURA 1. Como se muestra en la FIGURA 1, el aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización incluye un termómetro 1 de radiación, la carcasa 2 y un vidrio óptico 3, y está dispuesto opuesto a un material objetivo W de medición de temperatura.

5 El termómetro 1 de radiación es un termómetro que mide la temperatura mediante la detección de la luz de radiación térmica, recibida por una unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación.

10 La carcasa 2 tiene una abertura en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Adicionalmente, la carcasa 2 almacena en la misma al menos la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación, entre elementos estructurales del termómetro 1 de radiación.

15 El vidrio óptico 3 está encajado y sellado en el interior de la carcasa 2, entre el material objetivo W de medición de temperatura y la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación, y es capaz de transmitir la luz de radiación térmica a través del mismo.

20 El termómetro 1 de radiación incluye la unidad receptora 11 de luz, fibras ópticas 12 y un cuerpo principal 13 del termómetro de radiación. Las fibras ópticas 12 transfieren al cuerpo principal 13 del termómetro de radiación la luz de radiación térmica recibida por la unidad receptora 11 de luz. Cabe observar que las fibras ópticas 12 pueden dañarse cuando se usan solas, y, en consecuencia, cada una está cubierta con un manguito flexible de acero inoxidable (no mostrado). El cuerpo principal 13 del termómetro de radiación lleva a cabo la conversión fotoeléctrica de la luz de radiación térmica recibida por la unidad receptora 11 de luz, y las fibras ópticas 12 transfieren la misma para convertir las señales eléctricas en una temperatura.

25 En el aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización, la carcasa 2 tiene la abertura en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, y la carcasa 2 almacena en su interior la unidad receptora 11 de luz del termómetro de radiación 1. Adicionalmente, el vidrio óptico 3 interpuesto entre el material objetivo W de medición de temperatura y la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación transmite a través del mismo la luz de radiación térmica. Es decir, la luz de radiación térmica emitida desde el material objetivo W de medición de temperatura pasa a través de la abertura de la carcasa 2 y el vidrio óptico 3, y es recibida por la unidad receptora 11 de luz del termómetro de radiación 1. Por consiguiente, el termómetro 1 de radiación puede detectar la luz de radiación térmica emitida desde una superficie del objetivo W de medición de temperatura.

35 En el aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización, la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación, así como partes de las fibras ópticas 12, están almacenadas en la carcasa 2. Con el fin de asegurar la resistencia térmica del termómetro 1 de radiación, es preferible almacenar solo una parte del termómetro 1 de radiación en la carcasa 2, como en la presente realización; sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y puede almacenarse todo el termómetro 1 de radiación en la carcasa 2.

40 En la presente realización, la unidad receptora 11 de luz tiene una forma circular con un diámetro de 5 mm, cuando se mira desde la dirección A de la FIGURA 1. La unidad receptora 11 de luz está situada en una posición en la que el campo de medición de la temperatura, en la superficie del material objetivo W de medición de temperatura, tiene un diámetro de aproximadamente 10 mm.

45 En la presente realización, la sección transversal de la carcasa 2 tiene forma de anillo, específicamente, una forma cilíndrica para poder ajustarla y sellarla fácilmente en el vidrio óptico 3, que tiene una sección transversal sustancialmente circular como se describirá más adelante. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y puede usarse cualquiera de diversas formas para la carcasa 2, tal como una forma cilíndrica elíptica o una forma cilíndrica cuadrada, dependiendo de la forma del vidrio óptico 3.

50 En la presente realización, para hacer que el vidrio óptico 3 sea lo más compacto posible al tiempo que se asegura eficazmente el campo de medición de la temperatura, el vidrio óptico 3 tiene una sección transversal sustancialmente circular. Específicamente, en la FIGURA 1 y la FIGURA 2 la forma del vidrio óptico 3 es de tipo columna, con un diámetro de 10 mm a 20 mm y una longitud de aproximadamente 100 mm. Al establecer una longitud de aproximadamente 100 mm para el vidrio óptico 3, puede asegurarse la resistencia al calor y la propiedad a prueba de agua del termómetro 1 de radiación, y resulta deseable establecer una longitud del vidrio óptico 3 que sea más de cinco veces el diámetro del vidrio óptico 3. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y puede usar cualquiera de diversas formas, tales como una forma de columna elíptica o una forma de columna cuadrada.

60 En la presente realización, dado que una superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, es adyacente a la superficie del material objetivo W de medición de temperatura, es poco probable que se introduzcan vapor de agua, agua dispersada y agua de refrigeración en un espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Adicionalmente, incluso cuando se introduzcan agua refrigerante

65

y similares, el agua de refrigeración que se introduzca en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, durante un proceso de enfriamiento con agua, tendrá una tensión superficial tal que se mantendrá estacionaria en este espacio. En consecuencia, es posible corregir los errores de medición de temperatura debidos a la absorción o dispersión de la energía radiante por parte de vapor de agua o agua dispersada.

En la presente realización, la forma de la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura es plana. Por consiguiente, incluso cuando cambia la forma superficial (curvatura) del material objetivo W de medición de temperatura, el agua de refrigeración que se introduce en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, presentará fácilmente una tensión superficial promedio. Sin embargo, la presente invención no está limitada a este ejemplo, y la forma de la superficie terminal del vidrio óptico 3 sobre el lado W de material objetivo de medición de temperatura puede ser una forma acorde a la forma de la superficie del material objetivo W de medición de la temperatura.

Específicamente, la forma de la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura puede ser una forma que tenga un espacio sustancialmente constante, entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, a través de la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Más específicamente, la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura puede tener una curvatura concéntrica con la superficie del material objetivo W de medición de temperatura. En particular, en un caso en el que la rueda, a modo de material objetivo W de medición de temperatura, tiene un diámetro exterior constante (en un caso en el que el material objetivo W de medición de temperatura tiene una forma de superficie constante), al darle a la superficie terminal del cristal óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura una forma con curvatura, concéntrica con la superficie del material objetivo W de medición de temperatura que tiene el diámetro exterior constante, se considera que el agua de refrigeración que se introduzca en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, adoptará más fácilmente la tensión superficial.

El aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización incluye adicionalmente unos miembros 61 a 64 de sellado, un miembro de energización de vidrio óptico (no mostrado) y un tapón 81. El vidrio óptico 3 según la presente realización está encajado y sellado en el interior de la carcasa 2, mediante los miembros 61 a 64 de sellado. En la presente realización, como se muestra en la FIGURA 1, los miembros 61 a 64 de sellado están encajados entre la carcasa 2 y el vidrio óptico 3. Adicionalmente, en la presente realización de los miembros 61 a 64 de sellado, el miembro 61 de sellado situado más cerca del material objetivo W de medición de temperatura es preferiblemente un anillo de metal con una alta resistencia al calor, formado a partir de un metal blando tal como plomo. Al mismo tiempo, cada uno de los miembros 62 a 64 de sellado es preferiblemente una junta tórica formada por un caucho resistente al calor, con una fuerte propiedad a prueba de agua, formada con una resina tal como silicio o teflón (marca registrada). En consecuencia, es posible asegurar la resistencia al calor y la propiedad a prueba de agua del termómetro 1 de radiación, y suprimir los daños al vidrio óptico 3 por impacto.

El miembro de energización de vidrio óptico es un resorte (no mostrado) situado en el interior de la carcasa 2, y energiza el vidrio óptico 3 hacia la superficie del material objetivo W de medición de temperatura. Adicionalmente, el tapón 81 está bloqueado en el extremo del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, de modo que el vidrio óptico 3 no pueda escaparse de la carcasa 2. Por consiguiente, el vidrio óptico 3 está fijado firmemente entre el miembro de energización de vidrio óptico y el tapón 81 y, en consecuencia, es posible evitar que el vidrio óptico 3 se desplace debido a un impacto y se dañe al hacer contacto con la carcasa 2, o con el termómetro 1 de radiación, y evitar que se dañe el termómetro 1 de radiación.

En la presente realización, a modo de una realización preferida, el termómetro 1 de radiación detecta luz con una cualquiera de bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , de 1,0 a 1,2 μm y de 1,6 a 1,8 μm . Específicamente, el cuerpo principal 13 del termómetro de radiación incluye un fotodiodo de Si o un fotodiodo de InGaAs, a modo de detector que lleva a cabo una conversión fotoeléctrica de la luz de radiación térmica transferida por las fibras ópticas 12, y emite corriente de acuerdo con la cantidad de luz. Después de amplificar la corriente de salida del fotodiodo Si o el fotodiodo InGaAs, el cuerpo 13 del termómetro de radiación efectúa una conversión de corriente-voltaje y una conversión A-D, y corrige la emisividad del material objetivo W de medición de temperatura para convertir las señales eléctricas en una temperatura.

Adicionalmente, el cuerpo 13 principal del termómetro de radiación incluye un filtro óptico que transmite solo luz que tenga una cualquiera de bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , 1,0 a 1,2 μm , y 1,6 a 1,8 μm , entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y el detector del termómetro 1 de radiación, más específicamente entre el extremo de las fibras ópticas 12 en el lado de cuerpo principal 13 del termómetro de radiación y el fotodiodo de Si o el fotodiodo de InGaAs. Así, la longitud de onda de la luz de radiación térmica detectada por el termómetro 1 de radiación será una cualquiera de las bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , de 1,0 a 1,2 μm , y de 1,6 a 1,8 μm . Obsérvese que, en caso de utilizar el fotodiodo de Si como detector, se

proporciona un filtro óptico que transmite solo luz con una cualquiera de las bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , y de 1,0 a 1,2 μm . Adicionalmente, en caso de utilizar el fotodiodo de InGaAs como detector, se proporciona un filtro óptico que transmite solo luz con una banda de longitud de onda de 1,6 a 1,8 μm .

5 Según la configuración preferida, como se describió anteriormente, el termómetro 1 de radiación detecta luz que tiene bandas de longitud de onda en las que la transmitancia de la luz de radiación térmica es alta, con respecto al agua presente en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, y, en consecuencia, pueden suprimirse los errores de medición.

10 El vidrio óptico 3 según la presente realización es una varilla de cuarzo que transmite luz infrarroja cercana. Dado que una varilla de cuarzo presenta una alta transmitancia de luz que tenga una longitud de onda de 2 μm o menos, apenas se generan errores de medición debidos a la absorción de la luz de radiación térmica por parte de la varilla de cuarzo, o debidos a acciones similares. Sin embargo, la presente invención no se limita a este ejemplo, y también puede usarse como el vidrio óptico 3 un cristal óptico que transmita luz de infrarrojo cercano, tal como cristal de zafiro o fluoruro de calcio (CaF_2).

15 El aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización incluye un miembro de espaciado, que mantiene sustancialmente constante el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Específicamente, el aparato 100 de medición de la temperatura superficial según la presente realización incluye, como el miembro de espaciado, un mecanismo 4 de rodillo de contacto. Como se muestra en la FIGURA 1, el mecanismo 4 de rodillo de contacto incluye un rodillo 41, miembros 42 y 44 de energización, un resorte 43 de energización y un cilindro 45 de aire.

20 Dado que el miembro 42 de energización está fijado a la carcasa 2, cuando el cilindro 45 de aire energiza el miembro 44 de energización hacia el lado de material objetivo W de medición de temperatura, el miembro 42 de energización energiza la carcasa 2 hacia el lado de material objetivo W de medición de temperatura a través del resorte 43 de energización. Así, el rodillo 41 proporcionado en la carcasa 2 se ve presionado hacia la superficie del material objetivo W de medición de temperatura de manera que esté constantemente en contacto con la superficie del material objetivo W de medición de temperatura. Es decir, el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3 en el lado de material objetivo W de medición de temperatura se decide dependiendo de la posición en la que el rodillo 41 está unido a la carcasa 2, y del tamaño del diámetro del rodillo 41, y se mantiene sustancialmente constante el espacio. Por consiguiente, es posible evitar que el vidrio óptico 3 se dañe al hacer contacto con el material objetivo W de medición de temperatura. Adicionalmente, dado que la transmitancia no fluctúa por el cambio de espesor del agua, puede medirse con mayor precisión la temperatura superficial del material objetivo W de medición de temperatura. Obsérvese que en la presente realización se proporcionan dos rodillos 41 en la carcasa 2; sin embargo, la presente invención no está limitada a este ejemplo, y pueden proporcionarse tres o más rodillos.

25 El material objetivo W de medición de temperatura según la presente realización es una rueda que tiene una sección transversal sustancialmente circular, como se ha descrito anteriormente. Como se muestra en la FIGURA 1 y la FIGURA 3, el aparato 100 de medición de temperatura superficial está configurado para poder medir la temperatura de la superficie periférica exterior de la rueda, mediante el movimiento de rodadura del rodillo 41 tras la rotación de la rueda.

30 Como se muestra en la presente realización, en un caso en el que la superficie del material objetivo W de medición de temperatura sobre la cual el termómetro 1 de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical a la dirección horizontal, a modo de una realización preferida, el aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización calcula un valor de temperatura medido mediante la corrección del valor de salida del termómetro 1 de radiación, haciendo uso de la transmitancia de la luz de radiación térmica, con respecto a un espesor del agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura.

35 Según la realización preferida, el aparato 100 de medición de temperatura superficial corrige el valor de salida del termómetro 1 de radiación haciendo uso de la transmitancia de la luz de radiación térmica, con respecto a un espesor del agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. En ese momento, se efectúa la corrección del termómetro 1 de radiación mediante la estimación, como la transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto a un espesor del agua correspondiente a una longitud que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, el valor promedio de fluctuación de transmitancia debida al cambio del estado de carga del agua presente en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura.

La FIGURA 6 es un gráfico que muestra los resultados de la observación del estado de carga del agua presente entre una lámina de acero y una superficie terminal del vidrio óptico 3, por el espacio entre la superficie superior (plano horizontal) de la lámina de acero, que es sustancialmente paralela a la dirección horizontal, o el plano (plano vertical) de la lámina de acero, que es sustancialmente vertical a la dirección horizontal, y la superficie terminal del vidrio óptico 3. Específicamente, el vidrio óptico 3 tiene una forma de columna con un diámetro de 10 mm o 20 mm. Como se muestra en la FIGURA 7, una cámara representa visualmente el agua presente entre la lámina de acero y la superficie terminal del vidrio óptico 3 cuando cambia el espacio, y se mide, a modo de una tasa de carga, un intervalo del contorno representado del agua que ocupa el campo de medición de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación, en la superficie terminal del vidrio óptico 3. En lo referente a cada uno de los planos horizontal y vertical, se miden tres veces las tasas de carga de agua en el espacio establecido, y la FIGURA 6 muestra valores promedio de las tasas de carga medidas de agua.

Como se muestra en la presente realización, en un caso en el que la superficie del material objetivo W de medición de temperatura sobre la cual el termómetro 1 de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical a la dirección horizontal, a modo de una realización preferida, la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida a través del agua, presente en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, y se establece un espacio de 1,0 mm o menos entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura.

Como se muestra en la FIGURA 6, en el plano vertical de la lámina de acero, el agua que está presente entre la lámina de acero y la superficie terminal del vidrio óptico 3 se ve afectada por la gravedad. Por consiguiente, en un caso en el que el espacio es de 1,0 mm o menos, se genera una tensión superficial tal que el agua queda cargada en un intervalo correspondiente a un área de sustancialmente el 60 % o más de toda el área de la superficie terminal del vidrio óptico 3, estando situada el área debajo de la superficie terminal. Es decir, según la realización preferida, puede generarse una tensión superficial tal que el agua de refrigeración queda cargada en un intervalo correspondiente a un área de sustancialmente el 60 % o más de toda el área de la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, estando situada el área debajo de la superficie terminal. En consecuencia, cuando la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación recibe la luz de radiación térmica a través de una parte en la que está cargada agua de refrigeración, la transmitancia de la luz de radiación térmica pasa a ser sustancialmente constante, y puede medirse con una alta precisión la temperatura superficial del material objetivo W de medición de temperatura.

La FIGURA 8 muestra un ejemplo de la relación entre la tasa de carga de agua y el error de medición de temperatura. En el ejemplo de la FIGURA 8, se mide con el termómetro 1 de radiación la temperatura de un objetivo de medición de temperatura a 500 °C, con longitudes de onda de detección de 1,0 a 1,2 μm . Supongamos que el campo de medición de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación es sustancialmente igual al diámetro exterior del vidrio óptico 3, en la superficie terminal del vidrio óptico 3, como se muestra en la FIGURA 7. En este caso, cambia la tasa de carga del agua que está presente entre la superficie del objetivo de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de objetivo de medición de temperatura, con respecto al campo de medición de la unidad 11 receptora de luz, de modo que se calculan los errores de medición de temperatura del termómetro de radiación. De la FIGURA 8 se deduce que los errores de medición de temperatura disminuyen a medida que aumenta la tasa de carga de agua. Cuando la tasa de carga de agua es del 60 % o superior, pueden suprimirse los errores de medición de temperatura para que queden dentro de un margen de 3 °C.

Cabe observar que no es necesario que el campo de medición de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación sea sustancialmente igual al diámetro exterior del vidrio óptico 3, en la superficie terminal del vidrio óptico 3. Por ejemplo, como se muestra en la FIGURA 9, el campo de medición de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación puede ajustarse para que sea menor que el diámetro exterior del vidrio óptico 3, en la superficie terminal del vidrio óptico 3. Por consiguiente, es posible establecer el campo de medición de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación como la parte donde queda cargada el agua, incluso cuando la parte sea pequeña con respecto al área de la superficie terminal del vidrio óptico 3, y como la tasa de carga de agua donde la temperatura los errores de medición está dentro de un intervalo predeterminado.

Por otro lado, a diferencia de la presente realización, en un caso en el que la superficie del material objetivo W de medición de temperatura sobre la cual el termómetro 1 de radiación detecta la luz de radiación térmica es la superficie superior del material objetivo W de medición de temperatura, sustancialmente paralela en la dirección horizontal, es preferible que el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura, sea de 2,5 mm o menos.

Como se muestra en la FIGURA 6, puede observarse que, en el plano horizontal de la lámina de acero, en un caso en el que el espacio es de 2,5 mm o menos, se genera una tensión superficial tal que el agua queda cargada sustancialmente en todo el espacio entre la lámina de acero y la superficie terminal del vidrio óptico 3. Es decir, en la

configuración preferida, el agua de refrigeración puede quedar cargada en el espacio entre la superficie del material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Por consiguiente, la transmitancia de la luz de radiación térmica no fluctúa debido al cambio del estado de carga del agua, la transmitancia de la luz de radiación térmica dependiente del espesor del agua (transmitancia en un caso en el que el espesor del agua es el espacio) pasa a ser sustancialmente constante, y puede medirse con una elevada precisión la temperatura superficial del material objetivo de medición de temperatura.

El aparato 100 de medición de la temperatura superficial según la presente realización puede incluir un aparato 5 de suministro de agua. Como se muestra en la FIGURA 3, el aparato 5 de suministro de agua según la presente realización está dispuesto fuera de la carcasa 2, de modo que puede suministrarse agua al espacio entre el material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. Es decir, suplementando agua mediante el aparato 5 de suministro de agua, se carga agua en el espacio entre el material objetivo W de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico 3, en el lado de material objetivo W de medición de temperatura. En consecuencia, la transmitancia de la luz de radiación térmica no fluctúa debido al cambio del estado de carga del agua, y puede medirse con una alta precisión la temperatura de la superficie del material objetivo W de medición de temperatura.

Como una realización preferida, el aparato 100 de medición de temperatura superficial según la presente realización incluye adicionalmente un mecanismo 7 de purga. La FIGURA 4 es un diagrama esquemático del mecanismo 7 de purga en el interior de la carcasa 2. Como se muestra en la FIGURA 1 y la FIGURA 4, el mecanismo 7 de purga según la presente realización está constituido por una boquilla 71 de aire y un manguito 72. La boquilla 71 de aire está dispuesta en el interior del manguito 72. Adicionalmente, la boquilla 71 de aire y el manguito 72 están insertados en el interior de la carcasa 2.

La boquilla 71 de aire, que expulsa aire de purga al interior de la carcasa 2, puede evitar que el agua entre en el interior de la carcasa 2 y hacer que un espacio en la periferia de la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación, almacenado en el interior de la carcasa la carcasa 2, tenga una atmósfera limpia. Por consiguiente, es posible evitar que se generen errores de medición debidos a un cambio de una zona de medición, en la que se mida la temperatura, debido a la condensación en la unidad 11 receptora de luz. El manguito 72 también se comunica con el exterior de la carcasa 2. Dado que el lado de material objetivo W de medición de temperatura de la carcasa 2 está encajado y sellado en el vidrio óptico 3, el aire de purga expulsado desde la boquilla 71 de aire se libera al exterior a través del manguito 72.

Cabe observar que no existe una limitación particular en el tipo de aire de purga, siempre que el aire de purga sea un gas incoloro que no forme un apantallado con respecto a la luz de radiación térmica, tal como el aire seco o el nitrógeno. Adicionalmente, no existe una limitación particular en el sistema de purga, siempre que se pueda mantener una atmósfera limpia.

La FIGURA 10 es un diagrama esquemático que muestra un aparato experimental para evaluar la precisión de la medición de la temperatura superficial sobre un plano vertical de una lámina de acero, en un proceso de enfriamiento con agua. Específicamente, como se muestra en la FIGURA 10, un calentador 92 está dispuesto en un recipiente hermético 90. El recipiente hermético 90 tiene una ventana 94 de cuarzo, en un plano de medición de temperatura. El aparato 100 de medición de la temperatura superficial según la presente realización está dispuesto de manera que el espacio entre la superficie de la ventana 94 de cuarzo y la superficie terminal del vidrio óptico 3 sea 1 mm. Adicionalmente, puede medirse con precisión la temperatura en el recipiente hermético 90 mediante un termopar 96, dispuesto en el recipiente hermético 90.

La FIGURA 11 es un gráfico que muestra los resultados de medición de temperatura obtenidos por el aparato 100 de medición de temperatura superficial, antes y después de pulverizar agua sobre la ventana 94 de cuarzo desde una boquilla 98 de agua, después de calentar el calentador 92 del aparato experimental mostrado en la FIGURA 10 y aumentar la temperatura en el recipiente hermético 90, a una temperatura predeterminada. Como se muestra en la FIGURA 11, antes de iniciar el enfriamiento con agua, los resultados de la medición de temperatura muestran temperaturas que son sustancialmente iguales a las medidas por el termopar 96. Después de iniciar el enfriamiento por agua, los resultados de la medición de temperatura muestran un error de medición de temperatura de aproximadamente 4 °C, con respecto a la temperatura medida por el termopar 96. Dado que el agua se carga de manera constante en el espacio entre la superficie de la ventana 94 de cuarzo y la superficie terminal del vidrio óptico 3, la transmitancia de la luz de radiación térmica puede afectar al espesor del agua, que es 1 mm, y puede generarse la disminución de aproximadamente 4 °C en la medición de la temperatura. Es decir, cuando se corrige el valor de salida del termómetro 1 de radiación, haciendo uso de la transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto al espesor del agua, y se calcula el valor de la temperatura, puede medirse la misma con una alta precisión.

Cabe observar que los resultados de medición de temperatura obtenidos por el aparato 100 de medición de temperatura superficial fluctúan ampliamente durante el enfriamiento con agua, dado que se generan variaciones por el estado de carga del agua que está presente entre la superficie de la ventana 94 de cuarzo y la superficie terminal

5 del vidrio óptico 3. Sin embargo, el grado de fluctuación en los resultados de la medición de temperatura es de aproximadamente 3 °C. Incluso cuando se tiene en cuenta este grado de fluctuación, pueden obtenerse resultados de medición de temperatura con una disminución del error de medición de temperatura de aproximadamente 3 a 6 °C, con respecto a la temperatura medida por el termopar 96, lo que puede considerarse una medición precisa de la temperatura. Adicionalmente, cuando el valor de temperatura medido se calcula obteniendo el valor promedio de este grado de fluctuación, puede medirse la temperatura con una elevada precisión.

10 La presente invención no está limitada a las configuraciones según la realización descrita anteriormente, y son posibles diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, aunque la realización anterior ha mostrado un caso en el que el material objetivo W de medición de temperatura es una rueda, el material objetivo W de medición de temperatura puede ser una tubería de acero, una lámina de acero o similar, sin limitación.

15 Adicionalmente, en la realización descrita anteriormente, aunque según la invención el vidrio óptico 3 está encajado y sellado en el interior de la carcasa 2, son posibles otros ejemplos. Por ejemplo, como un ejemplo de modificación del vidrio óptico 3 según dicha realización, puede interponerse el vidrio óptico 3 entre el material objetivo W de medición de temperatura y la unidad receptora de luz del termómetro 1 de radiación, para evitar que entre agua en el espacio entre el vidrio óptico 3 y la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación. Específicamente, por ejemplo, el vidrio óptico 3 puede ser un vidrio óptico largo que se extienda en la dirección vertical al plano horizontal (la dirección vertical a la luz de radiación térmica, emitida desde el material objetivo W de medición de temperatura a la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación). Por consiguiente, incluso con una configuración en la que la unidad receptora 11 de luz esté almacenada en el interior de la carcasa 2 y el vidrio óptico 3 no esté encajado y sellado en el interior de la carcasa 2, es poco probable que entre agua en el espacio entre el vidrio óptico 3 y la unidad receptora 11 de luz del termómetro 1 de radiación.

25

[Lista de signos de referencia]

- 1 termómetro de radiación
- 2 carcasa
- 3 vidrio óptico
- 30 4 mecanismo de rodillo de contacto
- 5 aparato de suministro de agua
- 7 mecanismo de purga
- 11 unidad receptora de luz
- 12 fibra óptica
- 35 13 cuerpo principal del termómetro de radiación
- 41 rodillo
- 42, 44 miembro de energización
- 43 resorte de energización
- 45 cilindro de aire
- 40 61 a 64 miembro de sellado
- 71 boquilla de aire
- 72 manguito
- W material objetivo de medición de temperatura

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de medición de la temperatura superficial para medir la temperatura superficial de un material objetivo (W) de medición de temperatura, mediante la detección, haciendo uso de un termómetro (1) de radiación, la luz de radiación térmica emitida desde una superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura en un proceso de enfriamiento con agua, comprendiendo el método:
- 10 proporcionar un termómetro (1) de radiación que comprende una unidad receptora (11) de luz, y una carcasa (2) que tiene una abertura en un lado de material de medición de temperatura, almacenando la carcasa, en su interior, al menos la unidad receptora (11) de luz del termómetro (1) de radiación;
- 15 interponer un vidrio óptico (3), configurado para transmitir la luz de radiación térmica, entre el material objetivo (W) de medición de temperatura y la unidad receptora (11) de luz del termómetro (1) de radiación, en donde el vidrio óptico (3) se encaja y sella en el interior de la carcasa (2);
- localizar una superficie terminal del vidrio óptico (3) en un lado de material objetivo de medición de temperatura, adyacentemente a la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura, y medir la temperatura superficial del material objetivo (W) de medición de temperatura; y
- 20 proporcionar un miembro de espaciado, configurado para mantener sustancialmente constante un espacio entre la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura;
- en donde la unidad receptora (11) de luz del termómetro (1) de radiación recibe la luz de radiación térmica emitida a través del agua que está presente en el espacio entre la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura, y
- 25 en donde la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura sobre la cual el termómetro (11) de radiación detecta la luz de radiación térmica es un plano sustancialmente vertical, con respecto a una dirección horizontal, y en donde el espacio entre la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura, es de 1,0 mm o menos.
- 30 2. El método de medición de la temperatura superficial según la reivindicación 1, en donde el termómetro (1) de radiación detecta luz que tiene una cualquiera de bandas de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm , de 1,0 a 1,2 μm y de 1,6 a 1,8 μm .
- 35 3. El método de medición de la temperatura superficial según la reivindicación 1, en donde se calcula un valor de temperatura medido mediante la corrección de un valor de salida del termómetro (1) de radiación, haciendo uso de una transmitancia de la luz de radiación térmica con respecto a un espesor de agua correspondiente a una longitud, que es sustancialmente la mitad del espacio entre la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura.
- 40 4. El método de medición de la temperatura superficial según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende:
- 45 un aparato (5) de suministro de agua, configurado para suministrar agua al espacio entre la superficie del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura.
- 50 5. El método de medición de la temperatura superficial según la reivindicación 1, en donde el material objetivo (W) de medición de temperatura es un material de acero que tiene forma de disco, forma de columna, o una forma cilíndrica con una superficie periférica exterior, y
- 55 en donde, cuando se mide la temperatura superficial del material objetivo (W) de medición de temperatura, se mide la temperatura de la superficie periférica exterior del material objetivo (W) de medición de temperatura haciendo uso del termómetro (1) de radiación, mientras se mantiene sustancialmente constante el espacio entre la superficie periférica del material objetivo (W) de medición de temperatura y la superficie terminal del vidrio óptico (3), en el lado de material objetivo de medición de temperatura, en un estado en el que se hace girar el material objetivo (W) de medición de temperatura alrededor de un eje central del mismo, a modo de centro de rotación, y se enfría con agua la superficie periférica exterior del material objetivo (W) de medición de temperatura.

FIG. 1

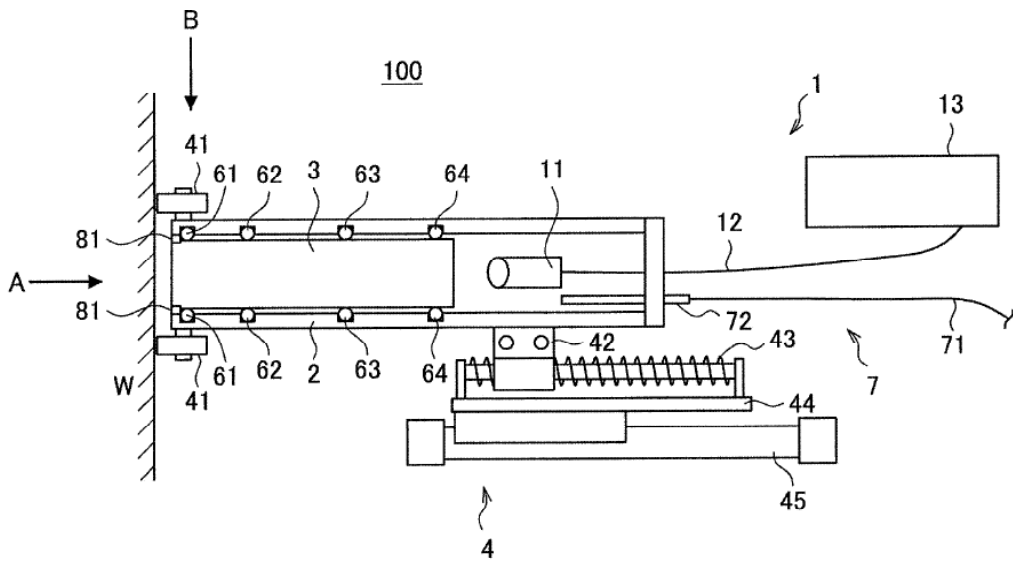


FIG. 2

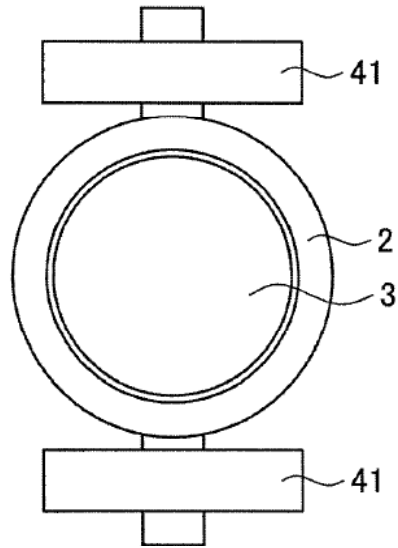


FIG. 3

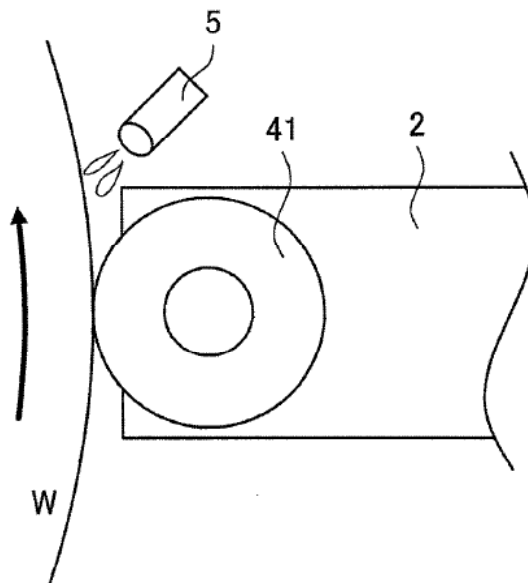


FIG. 4

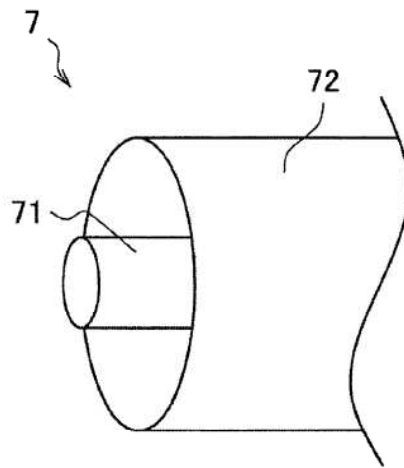


FIG. 5

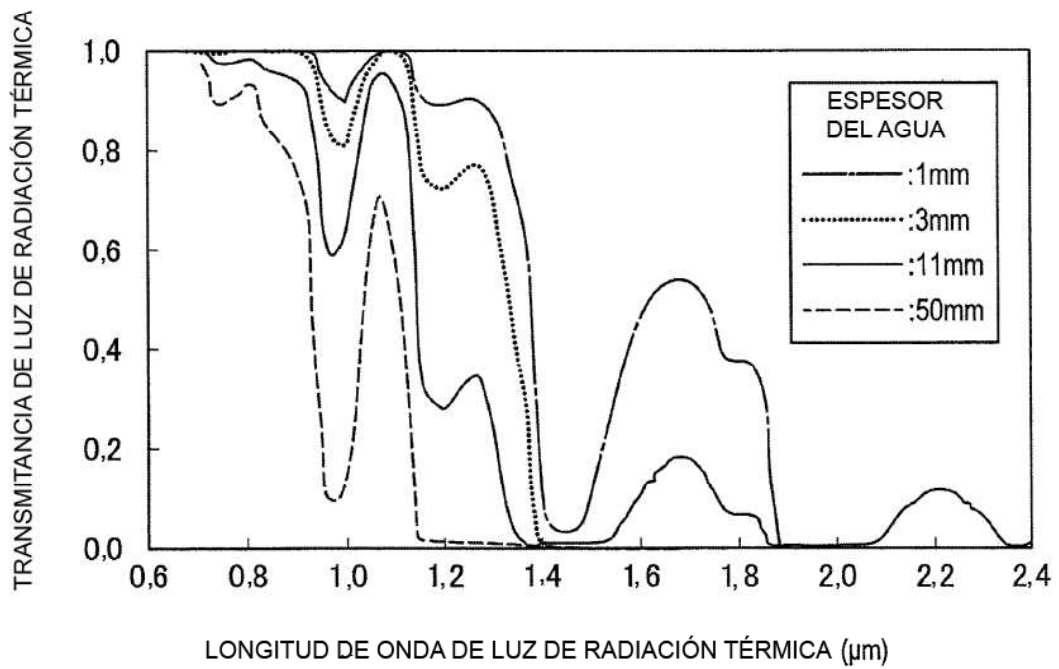


FIG. 6

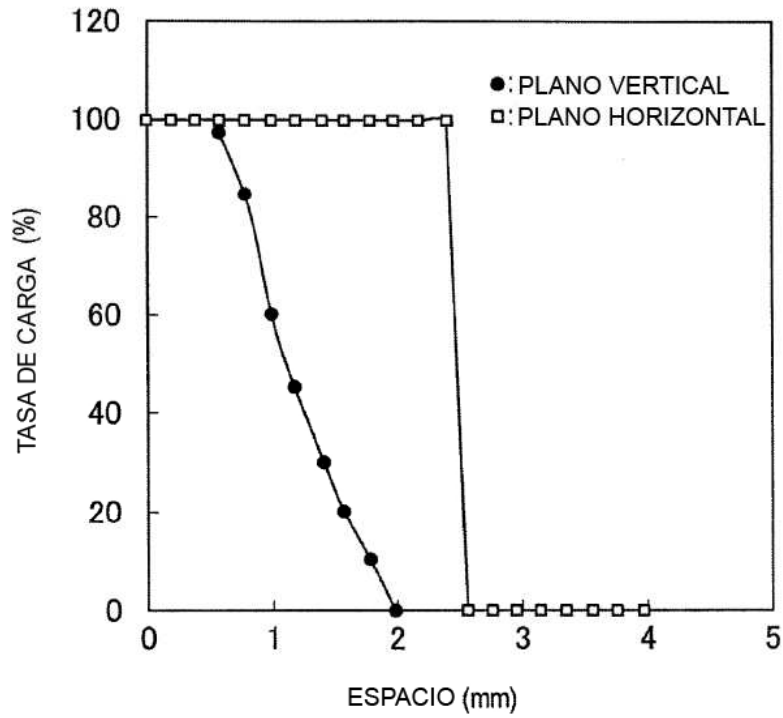


FIG. 7

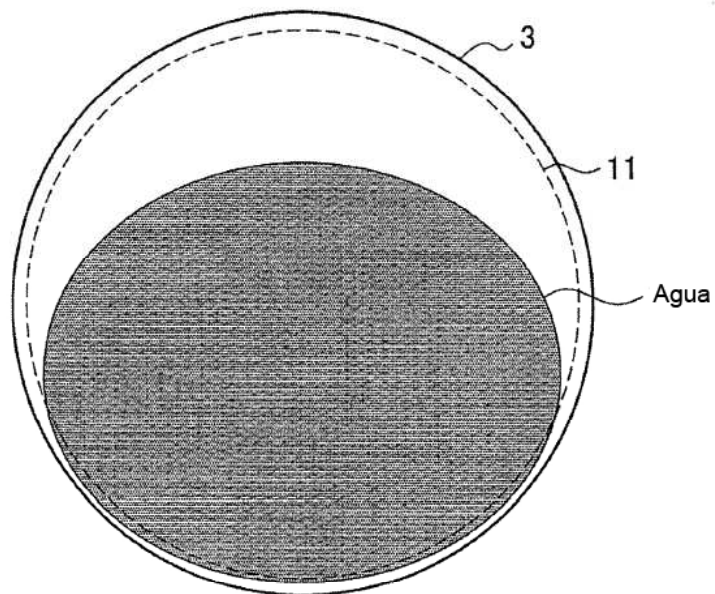


FIG. 8

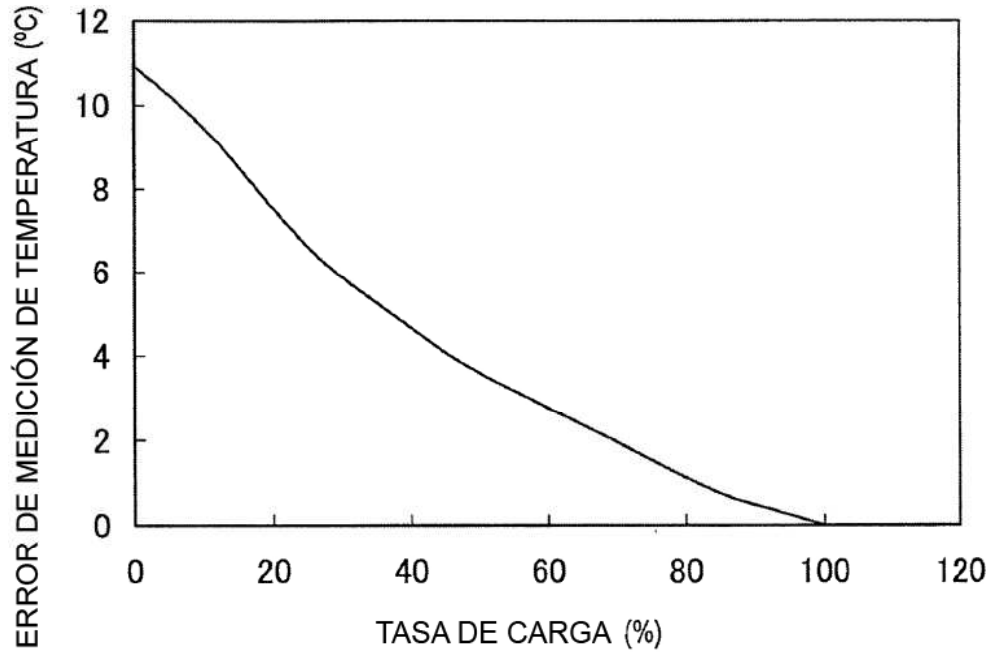


FIG. 9

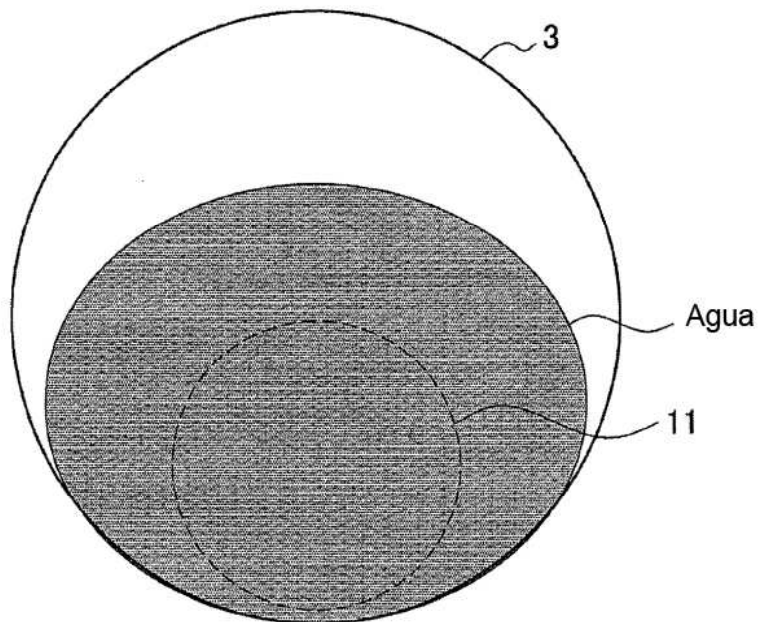


FIG. 10

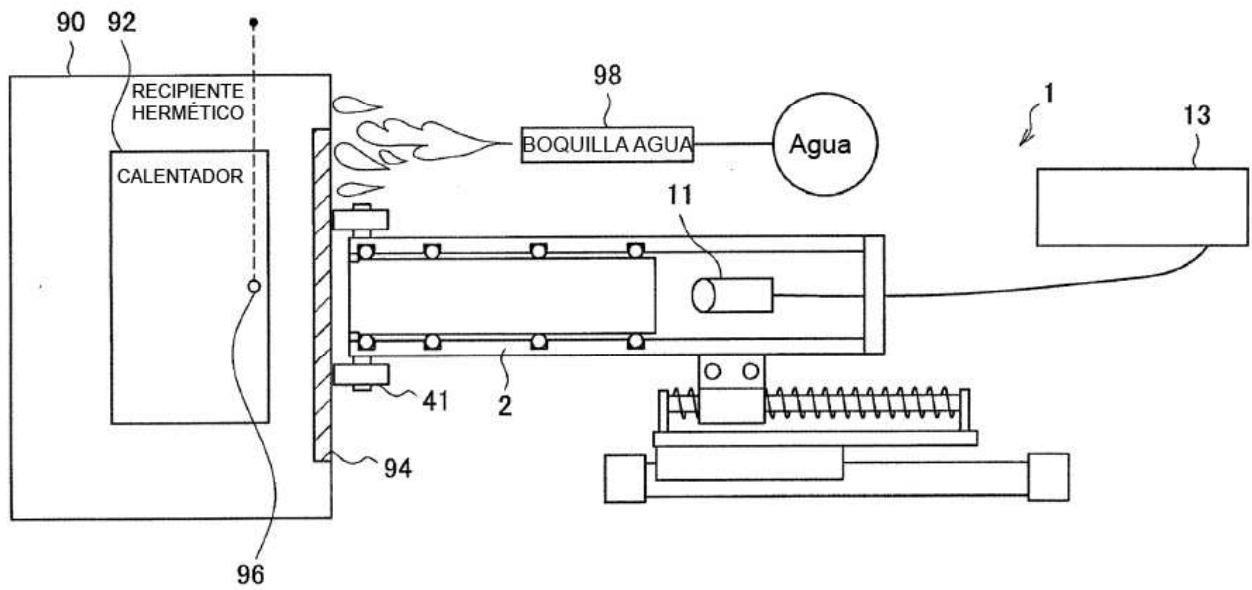


FIG. 11

