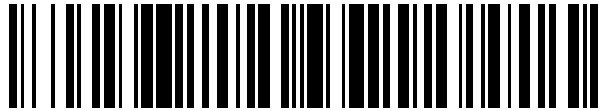


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 956**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/124** (2006.01)

**B22D 11/16** (2006.01)

**G01J 5/00** (2006.01)

**G01K 13/06** (2006.01)

**B22D 11/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2013 PCT/JP2013/072860**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14034657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2013 E 13833874 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2891531**

54 Título: **Método y dispositivo para medir la temperatura de superficie de una línea de colada**

30 Prioridad:

**28.08.2012 JP 2012187188**

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

**20.03.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HONDA, TATSURO;  
UEMATSU, CHIHIRO;  
INOUE, YOICHI;  
TAJIMA, NAOKI y  
MIZUNO, YASUHIRO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 659 956 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

Método y dispositivo para medir la temperatura de superficie de una línea de colada

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y un aparato para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua. Específicamente, la presente invención se refiere a un método y un aparato capaces de medir temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos de una plancha de colada, en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua que incluye un tipo de flexión vertical, con buena precisión y bajo coste.

## Antecedentes de la técnica

En un proceso de colada continua de acero, una plancha de colada se fabrica: refrigerando acero fundido en un molde de colada para producir una cáscara de solidificación; retirando a continuación la cáscara de solidificación producida para refrigerar en una zona de refrigeración secundaria; y solidificando la cáscara hasta que se solidifique en el centro. Hasta este momento, con el fin de controlar la temperatura de superficie de la plancha de colada para tener un valor apropiado para impedir la generación de un agrietamiento y una segregación superficial de la plancha de colada, se ha realizado una medición de la temperatura de superficie de la plancha de colada en la zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua.

Como puntos en los que la temperatura de superficie de la plancha de colada ha de medirse en la zona de refrigeración secundaria de la máquina de colada continua, hay muchos puntos en una dirección longitudinal (una dirección de colada) y una dirección de anchura de la plancha de colada que tienen distancias unos con respecto a otros. Además, con el fin de medir la temperatura de superficie de la plancha de colada continuamente, es deseable emplear un termómetro sin contacto tal como un termómetro de radiación, sin embargo, el agua de refrigeración pulverizada en la zona de refrigeración secundaria se convierte en un factor de perturbación. Por lo tanto, existen los siguientes problemas.

<Error en la medición de temperatura debido a la absorción de la luz por el agua>

Una luz de radiación térmica procedente de una superficie de la plancha de colada a detectar se absorbe por el agua existente en una trayectoria de luz entre la plancha de colada y el termómetro de radiación. Debido a esta absorción, puede producirse un error en la medición de temperatura y, a veces, no puede medirse la temperatura.

<Error en la medición de temperatura debido a la dispersión de luz producida por la caída de agua>

La luz de radiación térmica procedente de la superficie de la plancha de colada a detectar se dispersa y se desintegra por las gotas de agua existentes en la trayectoria de luz del termómetro de radiación (el agua caída de los rodillos de soporte que soportan la plancha de colada y el agua de refrigeración tienen contacto con la plancha de colada para evaporarse, después de que el vapor de agua se condense en gotas de agua en forma de niebla). Debido a esta dispersión, puede producirse un error en la medición de temperatura y, a veces, no puede medirse la temperatura. Además, en una máquina de colada continua de un tipo de flexión vertical, la primera mitad del proceso de colada continua tiene una línea de paso vertical, es decir, una cara de medición de la plancha de colada está en posición vertical, y una última mitad del proceso de colada continua tiene una línea de paso horizontal, es decir, una cara de medición de la plancha de colada está en una posición horizontal. Por lo tanto, la influencia del agua de refrigeración en la medición de temperatura difiere en función de los lugares de la medición de temperatura.

<Problema de entrada de una gran cantidad de agua en la boquilla cuando se inicia la colada>

Convencionalmente, con el fin de impedir la influencia del agua y las gotas de agua existentes en la trayectoria de luz del termómetro de radiación, se ha sugerido un método de chorreo con aire de purga desde las boquillas hacia un objetivo de medición de temperatura. Por otra parte, en una máquina de colada continua, una gran cantidad de agua fluye en un período de tiempo desde antes de que se inicie la colada hasta la primera etapa después de que se inicie la colada y similares. Específicamente, hoy en día, en la línea de paso vertical en la primera mitad de la colada continua, cae una gran cantidad de agua de refrigeración pulverizada. Debido a esto, existe la posibilidad de entrada de agua en las boquillas que expulsan el aire de purga. A continuación, se hará una descripción más específica. Como control del agua de refrigeración, en cada sección que, en general, se denomina segmento, se activa y se desactiva la pulverización de agua de refrigeración y se ajusta la cantidad de agua de refrigeración, en función de un ajuste a cada segmento. Por lo tanto, en una primera etapa después de que se inicie la colada, cuando una parte de una plancha de colada llega a un segmento, se pulveriza una cierta cantidad de agua de refrigeración en el segmento en general. A continuación, en una parte descendente del segmento, en la que no ha entrado la plancha de colada, el agua de refrigeración no golpea la plancha de colada, sino que corre hacia abajo. Por ejemplo, cuando la plancha de colada ha llegado a un área que cubre 1/3 del lado más ascendente de la zona de refrigeración denominado zona superior directamente por debajo de un molde de colada, un área remanente de 2/3 en un lado descendente de la zona superior no contribuye a la refrigeración de la plancha de colada. Una gran cantidad de agua pulverizada en el área que no contribuye a la refrigeración de la plancha de colada posiblemente entre en las boquillas para el aire de purga del termómetro de radiación instalado más bajo que el área. Especialmente, hoy en día, se han desarrollado métodos para refrigerar intensamente una plancha de colada en la parte más superior de una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua y similares, por lo que la influencia de una

gran cantidad de agua pulverizada cayendo se ha hecho más grande que nunca.

<Problema acompañado por la medición de temperatura en muchos puntos>

Con el fin de impedir el agrietamiento superficial de la plancha de colada fabricada de acero al níquel y similares en una máquina de colada continua de un tipo de flexión vertical, las condiciones de velocidad de deformación y temperatura de superficie de una plancha de colada en una parte de flexión y una parte de corrección de la máquina de colada continua necesitan controlarse adecuadamente. La velocidad de deformación se decide por la estructura (curvatura) de cada parte y la velocidad de colada. La estructura de cada parte es fija, y es difícil cambiar la velocidad de colada, ya que la velocidad de colada controla la productividad. Por lo tanto, la temperatura de superficie de la plancha de colada en cada parte necesita controlarse adecuadamente. Sin embargo, hay muchos factores cambiantes que no pueden detectarse, tales como la degradación de las pulverizaciones de refrigeración en la zona de refrigeración secundaria, la variación de los parámetros de transmisión de calor tales como la temperatura del agua y la cantidad de agua de refrigeración, la distribución de componentes y temperatura en una dirección de anchura de la plancha de colada, la variación de temperatura y el flujo en un molde de colada de acero fundido. Por lo tanto, es difícil obtener una temperatura de superficie precisa de la plancha de colada en una parte requerida mediante un modelo de refrigeración y similares. Debido a esto, la medición de la temperatura de superficie de una plancha de colada en o cerca de cada parte con una alta precisión es un medio muy eficaz.

Además, midiendo la temperatura de superficie en un solo punto de la plancha de colada para reflejar el valor de medición de temperatura con el modelo de refrigeración, es difícil obtener las temperaturas de superficie de otras partes con una precisión suficiente. La razón es que dado que la temperatura de superficie de un punto está influenciada por una gran cantidad de parámetros, como se ha descrito, incluso cuando se detecta una misma temperatura de superficie, la distribución de temperatura en una dirección de espesor de la plancha de colada y el espesor de una cáscara de solidificación son a veces diferentes y, en tal caso, la temperatura de superficie de la plancha de colada en un punto localizado en un lado más bajo que el punto donde se mide la temperatura de superficie deben ser diferentes entre sí. Como se describe a continuación, no es suficiente medir la temperatura en solo un punto conveniente de la plancha de colada, sino que se necesitan medir temperaturas de una pluralidad de puntos en una dirección de colada. También se considera que si se cambia el grado de acero de la plancha de colada o la velocidad de extracción del acero, se cambia la posición óptima en la dirección de colada donde debe medirse la temperatura de superficie con el fin de impedir el agrietamiento superficial. Además, desde este punto de vista, es deseable realizar la medición de temperatura en una pluralidad de puntos en la dirección de colada.

Además, puesto que existe una distribución de temperaturas en la dirección de anchura de la plancha de colada, también es necesario medir las temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos en la dirección de anchura de cada parte. En cuanto a la dirección de anchura de la plancha de colada, se necesitan mediciones de temperatura de al menos unos puntos localizados cerca de ambos extremos y la parte central. Por ejemplo, cuando hay un rodamiento de árbol de un rodillo de soporte que soporta la plancha de colada en un área correspondiente a 1/3 del ancho de la plancha de colada desde el borde de la plancha de colada en la dirección de anchura, algunas veces solo los 2 puntos en la dirección de anchura cerca del rodamiento de árbol tienen temperaturas diferentes de otros puntos. Además, un área correspondiente a entre un 1/3 y un 1/4 del ancho desde el borde de la plancha de colada en la dirección de anchura puede tener una temperatura más alta que un área circundante. Teniendo esto en cuenta, la medición de temperatura se necesita en 5-7 puntos en la dirección de anchura. Por lo tanto, es deseable realizar la medición de temperatura en 2 puntos en la dirección de colada y, por ejemplo, 6 puntos en la dirección de anchura, en ambos lados de la plancha de colada (medición de temperatura en 24 puntos en total). Como se ha descrito anteriormente, es necesario realizar la medición de temperatura en muchos puntos distanciados entre sí.

Con el fin de medir las temperaturas de superficie en muchos puntos distanciados entre sí, se necesitan muchos termómetros de radiación, por lo que se necesita una gran inversión inicial, incluyendo el trabajo de instalación de los termómetros de radiación. Por ejemplo, con el fin de instalar 12 termómetros de radiación, se necesita una gran cantidad de inversión inicial (coste de los termómetros de radiación + coste de trabajo de instalación + coste de dispositivos adicionales) x 12. Además, teniendo en cuenta la posibilidad de avería de los termómetros de radiación, es necesario preparar termómetros de radiación adicionales, por lo que se necesitan más termómetros de radiación que los que se instalarán realmente en la máquina de colada continua. Además, cuando se usan muchos termómetros de radiación, su mantenimiento se vuelve problemático y eso da como resultado un aumento del coste de funcionamiento. Se requieren confirmaciones periódicas (comprobación) de la precisión y el funcionamiento normal para los termómetros de radiación, tal como cada medio año o cada varios años. Con el fin de comprobar el termómetro de radiación, se necesita algo de trabajo como retirar el termómetro de radiación del punto de instalación y confirmar la precisión usando un horno de cuerpo negro y un termómetro de radiación de referencia. Es deseable establecer una pluralidad de puntos de temperatura en el horno de cuerpo negro que representen las temperaturas a medir, sin embargo, se necesita una cierta cantidad de tiempo para realizar este trabajo de comprobación en muchos termómetros de radiación, por lo que el coste para la comprobación también aumenta. Además, es difícil completar el trabajo de comprobación de todos los termómetros de radiación en un breve período de mantenimiento de la máquina de colada continua. Teniendo esto en cuenta, se supone que se necesitan casi el mismo número de termómetros de radiación adicionales que los termómetros de radiación que se instalan realmente, por lo que el coste aumenta aún más.

<Problema en un caso donde las boquillas se fabrican para estar más cerca de la superficie de la plancha de colada>

Hay un problema provocado por una estructura de tipo flexión vertical de una máquina de colada continua de los últimos años. En una máquina de colada continua de tipo de flexión vertical, una barra ficticia (una pluralidad de bloques fabricados de acero conectados entre sí) se dispone en el interior antes de iniciar la colada para usarse como una tapa inferior cuando se inicia la colada. Al mismo tiempo que se inicia la colada, la barra ficticia tiene el papel de realizar la extracción de la plancha de colada hacia abajo. Cuando la barra ficticia realiza la extracción, se aplica una fuerte tensión a la barra ficticia mediante un rodillo de arrastre. En una parte de flexión de la máquina de colada continua, la barra ficticia pasa la parte que se dobla en un eje de una parte de conexión de los bloques. Debido a esto, a veces la parte doblada de la barra ficticia se desvía ampliamente fuera de la línea tangente externa de los rodillos de soporte adyacentes (línea tangente externa en un lado de la plancha de colada). Por lo tanto, si las boquillas para aire de purga sobresalen cerca de la superficie de la plancha de colada, la barra ficticia posiblemente golpee las boquillas. Si la barra ficticia golpea las boquillas, al quedar atrapadas en los rodillos de soporte, las boquillas se doblan y, por lo tanto, el termómetro de radiación se rompe, o las boquillas dobladas dañan los rodillos de soporte y los daños a veces se transfieren a la plancha de colada. Esto tiene un gran efecto negativo en la calidad y la productividad de la plancha de colada.

Como una disposición de prevención de colisiones de la barra ficticia y las boquillas, se considera proporcionar una estructura móvil para evacuar las boquillas. Sin embargo, puesto que el interior de la máquina de colada continua es caliente y húmedo, dicha estructura móvil se rompe fácilmente, por lo que es difícil usar la estructura de manera estable durante un largo período de tiempo. Además, la instalación de una gran estructura móvil en la se proporciona una provisión suficiente para evitar la rotura es a veces difícil considerando el espacio, o posiblemente perturbe la capacidad de mantenimiento, y similares, de la máquina de colada continua.

Teniendo en cuenta los diferentes problemas que se han descrito anteriormente, por ejemplo, el documento de patente 1 sugiere un aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha que comprende una primera tubería en la que se inserta una fibra óptica y un espacio formado cubriendo una parte posterior de la primera tubería por una segunda tubería para hacer circular el agua de refrigeración (reivindicaciones del documento de patente 1). Además, el documento de patente 1 describe que la parte posterior de la primera tubería está conectada a una fuente de aire comprimido y el aire enviado desde la parte posterior se inyecta desde un extremo superior de la primera tubería. (Documento de patente 1, segunda página, de la línea 16 de la columna izquierda a la línea 8 de la columna derecha). También se describe que una tubería de cobre que tiene una buena conductividad térmica se inserta en una superficie interior del extremo superior de la primera tubería (documento de patente 1, segunda página, de la línea 9 a la línea 15 de la columna izquierda,). Además, se describe que al insertar una parte delgada que está configurada solo por la primera tubería en un hueco entre los rodillos de soporte de la máquina de colada continua para hacer circular el agua de refrigeración en el espacio, es posible refrigerar hasta el extremo superior de la primera tubería, por lo tanto, es posible proteger la fibra óptica del calor y, al inyectar aire desde el extremo superior de la primera tubería, es posible evitar la entrada de gotas de agua y, al mismo tiempo, puesto que se sopla el vapor de agua a la vista para despejar la visión, también es posible, desde luego, que entre la luz de radiación térmica irradiada desde la superficie de la plancha hasta el extremo superior de la fibra óptica (Documento de patente 1, segunda página, de la línea 19 de la columna izquierda a la línea 8 de la columna derecha).

Sin embargo, el aparato descrito en el documento de patente 1 es un aparato para medir una temperatura de superficie solo en un punto de una plancha de colada, por lo tanto, no es un aparato que resuelva los problemas que acompañan a la medición de temperatura en muchos puntos descrita anteriormente. Además, cuando se realizó la invención descrita en el documento de patente 1, el tipo de corriente principal de la máquina de colada continua era de tipo vertical o de tipo flexión, y las líneas de paso de la plancha de colada formaban una línea recta o una curva que tenía una curvatura constante. Por lo tanto, se supone que no se ha considerado el choque de boquillas para el aire de purga ni una barra ficticia en absoluto.

Además, el documento de patente 2 sugiere un método de control de refrigeración de una colada continua que comprende las etapas de, en una zona de refrigeración secundaria de un equipo de colada continua, detectar una distribución de temperatura en una dirección de anchura en una superficie por una estructura de medición de temperatura en la dirección de anchura de una plancha de colada, realizando el ajuste automático de la cantidad de flujo de agua de refrigeración mediante una estructura de ajuste de cantidad de flujo a través de un dispositivo aritmético que controla la distribución de temperatura en la dirección de anchura para corresponder a una temperatura deseada, controlando de este modo la temperatura de la plancha de colada (documento de patente 2, reivindicación 1). En el documento de patente 2, no hay una descripción de la configuración del termómetro en sí. La máquina de colada continua deseada del método descrito en el documento de patente 2 es de tipo flexión, y un punto de corrección de la plancha de colada es solo un punto en una línea de paso horizontal cerca del final del proceso en una dirección de colada (documento de patente 2, figura 1 y similares). Se dispone un termómetro en el punto de corrección, y moviendo el termómetro en la dirección de anchura de la plancha de colada usando la estructura de medición de temperatura, se mide la distribución de temperatura en la dirección de anchura en la superficie (documento de patente 2, segunda página, de la línea 3 de la columna izquierda a la línea 8 de la columna derecha).

Sin embargo, el método descrito en el documento de patente 2, de la misma manera que en el caso donde, como se ha descrito, se dispone una estructura móvil para evacuar las boquillas, tiene problemas de averías y tiene un espacio grande, ya que se instala una estructura para mover el termómetro en la dirección de anchura. Específicamente, en un caso donde la temperatura de superficie de una plancha de colada se mide en una máquina de colada continua de tipo flexión vertical, si dicha estructura se instala en una línea de paso vertical, se considera que el funcionamiento estable de la estructura se perturba aún más, ya que la estructura se somete al agua de refrigeración que incluye sustancias extrañas tal como una gran cantidad de escamas de óxido desprendidas de una superficie de la plancha de colada.

El documento de patente 3 sugiere un aparato de refrigeración instalado dentro de una tolva de rodillo para refrigerar un termómetro de tipo cámara para superficie de plancha que mide una temperatura de la superficie de plancha, en donde se proporciona una camisa de refrigeración de agua a un circuito del termómetro de tipo cámara para superficie de plancha, se proporciona un faldón que tiene forma de abanico plegable en una parte inferior de la camisa de refrigeración por agua, se proporciona una boquilla de pulverización de aire que tiene forma de anillo y se proporcionan muchos agujeros de chorro en la superficie lateral y la superficie inferior en el lado superior del termómetro de tipo cámara para la superficie de plancha en la camisa de refrigeración por agua, y un dispositivo de pulverización de aire formado por un elemento que tiene forma de línea recta unido a un lado del faldón y localizado dentro del faldón, formando el dispositivo de pulverización de aire una membrana de aire lateral u oblicuamente hacia abajo (documento de patente 3, reivindicación 1). Según este aparato de refrigeración, puesto que el termómetro de tipo cámara para la superficie de plancha se enfría de manera igualmente eficiente, lo que elimina una presión negativa, es posible impedir la absorción del vapor de agua de la superficie de plancha y, puesto que se elimina el vapor de agua proveniente de la superficie de plancha y se garantiza la visión del termómetro tipo cámara para la superficie de plancha, también puede impedirse el calor de radiación de la plancha (documento de patente 3, segunda página, columna izquierda, línea 24 a línea 34).

Sin embargo, aunque el faldón descrito en el documento de patente 3 puede aplicarse en una línea de paso que está casi en posición horizontal, donde el termómetro de tipo cámara mira hacia abajo, en un caso donde la línea de paso es vertical en una máquina de colada continua de tipo flexión vertical, es decir, una superficie de la plancha de colada está casi en posición vertical, y una dirección de purga de aire es casi horizontal, una gran cantidad de agua fluye en un período de tiempo desde antes de que se inicie la colada hasta la primera etapa después de que se inicie la colada y similares, y las proximidades del faldón están en un estado casi hundido en el agua. En ese momento, si se usa un faldón tan grande que tiene una forma de abanico plegable, como se describe en el documento de patente 3, se interrumpe la uniformidad en la cantidad de flujo de aire y hay muchas posibilidades de que entre agua en el faldón por alguna parte. Además, a veces no hay espacio para instalar un faldón tan grande.

Además, el documento de patente 4 sugiere un método de medición de temperatura de superficie de una plancha de colada en una máquina de colada continua por medio de un termómetro de radiación, comprendiendo el método medir una temperatura de superficie de una plancha de colada por el termómetro de radiación en un estado en el que se detiene temporalmente la pulverización de una segunda agua de refrigeración a un área prevista de medición de temperatura en la superficie de la plancha de colada para impedir de este modo la generación de vapor de agua de la segunda agua de refrigeración en el área prevista de medición de temperatura en la superficie de la plancha de colada (documento de patente 4, reivindicación 1).

Sin embargo, en el método descrito en el documento de patente 4, puesto que la pulverización del agua de refrigeración se detiene temporalmente cuando se realiza la medición de temperatura, la cantidad de extracción de calor de la superficie de la plancha de colada es en gran parte diferente entre cuando se realiza la medición de temperatura y cuando no se realiza la medición de temperatura, y existe la posibilidad de que la temperatura de superficie de la plancha de colada sea alta cuando se realiza la medición de temperatura. La diferencia de temperatura entre cuando se realiza la medición de temperatura y cuando no se realiza la medición de temperatura difiere en función de las diferentes condiciones. Es decir, la representatividad de los valores de la medición de temperatura está viciada. Además, hoy en día, se ha desarrollado un método para refrigerar intensamente una plancha de colada en la parte más superior de una máquina de colada continua y similares, y en un área donde se usa una gran cantidad de agua de refrigeración en la parte más superior (línea de paso casi en posición vertical), el agua que influye en el valor de la medición de temperatura no puede eliminarse suficientemente solo deteniendo temporalmente la pulverización del agua de refrigeración entre los rodillos de soporte específicos, y algunas veces no pueden cumplirse las condiciones para permitir la medición.

Según el documento de patente 5, un extremo de detección de temperatura que consiste en una tubería de acero inoxidable está dispuesto en la posición a detectar en que sale de una fibra óptica para medir la temperatura de superficie de la cáscara solidificada de una plancha de colada continua. El cable para conducir la luz está incorporado en el extremo y una tubería flexible de acero inoxidable y está protegido a la temperatura segura o por debajo por el soplado de aire desde un puerto de soplado para purgar aire a una trayectoria óptica. Este dispositivo de medición tiene un diámetro pequeño y el extremo está dispuesto con relativa libertad sin interferir con la parte estrecha de la superficie de la plancha expuesta. La luz de medición de temperatura se conduce con seguridad desde una posición prevista por dicho dispositivo. Según el documento de patente 6, en una posición fija en la correa de refrigeración secundaria de la línea de colada continua, se instala una cámara y sus señales de video de

salida se envían al controlador de cámara para visualizar las señales en el monitor mediante retransmisión. Además, las señales procesadas por el controlador se retroalimentan al mecanismo de ojo electrónico de la cámara como señales de operación de valor máximo. Una imagen de superficie de pieza de colada proyectada en la pantalla del monitor se evalúa por un discriminador de patrones o un operador para controlar la boquilla de inyección de agua específica proporcionada a la correa de refrigeración secundaria.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

- 10 Documento de patente 1: publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º S58-90362  
 Documento de patente 2: publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º S54-32130  
 Documento de patente 3: publicación de solicitud de modelo de utilidad examinada japonesa n.º H06-12508  
 15 Documento de patente 4: publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2009-195959  
 Documento de patente 5: publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º S60-15059  
 Documento de patente 6: publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública n.º S55-20 109964

Compendio de la Invención

Problemas a resolver por la Invención

25 La presente invención se ha realizado con la consideración de tales técnicas convencionales, y un objeto de la presente invención es proporcionar un método para medir temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua, incluyendo un tipo de flexión vertical, con buena precisión y bajo coste.

30 Medios para resolver los problemas

Con el fin de resolver los problemas anteriores, los inventores de la presente invención han realizado un estudio intensivo. Como resultado del estudio, con el fin de reducir la influencia del agua existente en una trayectoria de luz entre una plancha de colada y un termómetro de radiación, decidieron emplear una configuración para recibir una luz de radiación térmica procedente de una plancha de colada a través de un denominado termómetro de columna de aire, en otras palabras, a través de una columna de aire formada por aire de purga. Han descubierto que, en este momento, haciendo una sección transversal interior de una boquilla para pulverizar aire de purga (que tiene la función de contener un extremo de una fibra óptica que recibe una luz de radiación térmica de la plancha de colada) de forma circular para uniformizar una distribución de velocidad de flujo del aire, y haciendo un diámetro interior de forma circular de 30 mm o menos, se reduce la posibilidad de entrada de agua en la boquilla cuando se inicia la colada y similares. Sin embargo, también han considerado que, si el diámetro interior de la boquilla es inferior a 5 mm, la holgura entre la visual de la fibra óptica y el diámetro interior es muy pequeña, por lo que la visual puede estrecharse debido a un error en la instalación de la fibra óptica, la vibración, la fluctuación térmica, y similares. También descubrieron que al instalar la boquilla entre los rodillos de soporte que soportan la plancha de colada, de tal manera que un extremo superior de la boquilla se localiza en un lado más alejado de la superficie de la plancha de colada que un eje central de cada uno de los rodillos de soporte, es posible evitar con seguridad el contacto de la boquilla y una barra ficticia. También descubrieron que, al recibir una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada en unos extremos de una pluralidad de fibras ópticas, y agruparse los otros extremos de la pluralidad de fibras ópticas en un haz, tomando a continuación imágenes de los otros extremos de la pluralidad de fibras ópticas agrupados con un método de formación de imágenes bidimensionales o unidimensionales (un método o métodos de formación de imágenes menor en número que el número de fibras ópticas), basándose en la densidad de píxeles de la imagen tomada del otro extremo de cada una de las fibras ópticas, es posible medir las temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos en la plancha de colada fácilmente y a bajo coste. En este momento, descubrieron que, puesto que es preocupante que una cantidad de luz de radiación de calor transmitida en la funda de revestimiento de la fibra óptica cambie dependiendo de las influencias de la curva en la fibra óptica y similares, la temperatura de superficie debería calcularse no basándose en una imagen completa del otro extremo de la fibra óptica, sino basándose en la densidad de píxeles de una imagen de núcleo procedente del núcleo en el que la luz de radiación térmica se transmite de manera estable.

La presente invención se ha realizado basándose en los hallazgos anteriores de los inventores de la presente invención. En concreto, la presente invención es un método para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua, comprendiendo el método los pasos de: insertar un extremo de cada una de una pluralidad de fibras ópticas en una pluralidad de boquillas que tienen, cada una de las mismas, una sección transversal interior de forma sustancialmente circular y una pluralidad de tubos resistentes al calor, cada uno conectado a una boquilla respectiva de tal manera que un eje de luz de cada una de las fibras ópticas coincide sustancialmente con un eje central de una boquilla respectiva, e instalar una pluralidad de boquillas de tal manera que cada una de las boquillas esté localizada entre unos rodillos de soporte

- que soportan la plancha de colada; recibir, mientras se pulveriza aire de purga desde cada una de las boquillas hacia una superficie de la plancha de colada, una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada en un extremo de cada una de las fibras ópticas a través de una columna de aire formada por el aire de purga; agrupar el otro extremo de cada una de las fibras ópticas en un haz en una carcasa comunicada con cada uno de los tubos,
- 5      tomando de este modo imágenes que incluyen imágenes de núcleo de los otros extremos de las fibras ópticas agrupados en un haz usando un medio de formación de imágenes bidimensionales o unidimensionales; y calcular la temperatura de superficie de un área en la plancha de colada correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo en las imágenes tomadas.
- 10     Según la presente invención, puesto que la luz de radiación térmica de la plancha de colada se recibe a través de la columna de aire, es posible reducir la influencia del agua existente en la trayectoria de luz. Además, es posible medir temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos de la plancha de colada fácilmente a bajo coste. Por lo tanto, según la presente invención, es posible medir temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua que incluye un tipo
- 15     de flexión vertical, con buena precisión y a bajo coste.
- En la presente invención, es preferible usar boquillas que tengan, cada una de las mismas, un diámetro interior de 5 mm a 30 mm.
- 20     Según esta realización favorable, se reduce la posibilidad de entrada de agua en las boquillas.
- En la presente invención, es preferible instalar las boquillas de tal manera que un extremo superior de cada una de las boquillas esté localizado en un lado más alejado de la superficie de la plancha de colada que un eje central de cada rodillo de soporte.
- 25     Según esta realización preferible, es posible evitar con seguridad el contacto de las boquillas y una barra ficticia.
- En la presente invención, como se describe en la solicitud de patente japonesa n.º 2012-116771 que ha sido presentada por el solicitante de la presente invención, es preferible ajustar una cantidad de flujo del aire de purga de tal manera que un diámetro de la columna de aire en una parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada sea de 30 mm a 40 mm.
- 30     Según esta realización preferible, haciendo que el diámetro de la columna de aire en la parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada sea de 30 mm a 40 mm, es posible reducir la influencia del agua existente en la trayectoria de luz, sin perturbar la refrigeración de la plancha de colada en una máquina de colada continua. Con el fin de hacer que el diámetro de la columna de aire en la parte que tiene contacto con la plancha de colada sea de 30 mm a 40 mm, puede ajustarse la cantidad de flujo de aire de purga correspondiente a una distancia entre el extremo superior de cada una de las boquillas y la superficie de la plancha de colada.
- 35     En la presente invención, es preferible instalar la carcasa fuera de una cámara en la que están dispuestos los rodillos de soporte, y hacer que el interior de las boquillas, los tubos y la carcasa esté en un estado de presión positiva.
- 40     Según esta realización preferible, la entrada de agua y polvo en las boquillas, los tubos y la carcasa que puede provocar un error en la medición de temperatura o una avería se evita eficazmente y es posible refrigerar eficientemente su interior.
- 45     En la presente invención, es preferible detectar un píxel central de cada imagen de núcleo en las imágenes tomadas por el medio de formación de imágenes anterior, y basándose en una densidad media de píxeles cercana al píxel central de cada imagen de núcleo, para calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada correspondiente a cada imagen de núcleo.
- 50     Según esta realización preferible, puesto que la temperatura de superficie se calcula basándose en el píxel cercano al píxel central en cada una de las imágenes de núcleo, es posible reducir aún más la influencia de la luz de radiación térmica transmitida en la funda de revestimiento. Además, puesto que la temperatura de superficie se calcula basándose en el píxel promedio cercano al píxel central en cada una de las imágenes de núcleo, es posible reducir la influencia de la variabilidad en la sensibilidad del dispositivo de formación de imágenes (CCD o similar) del medio de formación de imágenes.
- 55     En la presente invención, es preferible calcular una densidad de fondo basándose en la densidad de píxeles del área de píxeles que no sea el área de píxeles de la imagen del otro extremo de la fibra óptica en la imagen tomada por el medio de formación de imágenes anterior, restar la densidad de fondo calculada de la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo, y después de eso, calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo después de la resta.
- 60
- 65

En la densidad de píxeles del área de píxeles distinta de la de la imagen del otro extremo de cada una de las fibras ópticas, una luz parásita es una luz de radiación térmica procedente de otra fibra óptica, y una densidad de píxeles provocada por ruidos se incluye en el dispositivo de formación de imágenes y el sistema de procesamiento de señales del medio de formación de imágenes y similares. Se considera que esta densidad de píxeles también debe estar incluida en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo. Debido a esto, como la realización favorable anterior, calculando la densidad de fondo basándose en la densidad de píxeles del área de píxeles distinta de la de la imagen del otro extremo de cada una de las fibras ópticas, y restando la densidad de fondo calculada de la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo, la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo después de la resta es una densidad de píxeles correspondiente solo a la cantidad de luz de la luz de radiación térmica transmitida en el núcleo. Por lo tanto, puede esperarse que la temperatura de superficie pueda calcularse con una precisión mucho mayor.

En este caso, dependiendo de la temperatura de superficie de la plancha de colada, la cantidad de luz de la luz de radiación térmica de la plancha de colada difiere ampliamente. Por ejemplo, en un caso donde la temperatura de superficie se diferencia en un intervalo de 600 °C a 1000 °C, tal como un intervalo dinámico en el que se detecta la luz de radiación térmica, se necesita un intervalo dinámico de aproximadamente  $1 \times 10^5$ . Teniendo en cuenta un caso donde se usa un CCD como dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes, un intervalo dinámico de la cantidad de luz de detección eficaz para el CCD se decide normalmente por una capacidad de su resistor como un pozo cuántico (una cantidad de carga eléctrica que puede almacenarse después de la conversión fotoeléctrica) y el número efectivo de bits por el que puede obtenerse una salida estable es de aproximadamente 8 bits (256) a 10 bits (1024), lo que cae por debajo del intervalo anterior. Por lo tanto, con el fin de medir una temperatura de superficie en un intervalo amplio, se necesita tomar imágenes con diferentes condiciones de combinación de tiempo de exposición y ganancia.

Por lo tanto, en la presente invención, es preferible establecer una pluralidad de condiciones de combinación de tiempo de exposición y ganancia del medio de formación de imágenes anterior por adelantado, para a continuación tomar imágenes más de una vez, incluyendo las imágenes de núcleo de los otros extremos de las fibras ópticas agrupados en un haz, repitiendo las condiciones establecidas periódicamente en serie, tras lo cual, seleccionar una imagen cuya densidad de píxeles está en un intervalo predeterminado, por cada una de las imágenes de núcleo, de la pluralidad de imágenes tomadas, y calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo en la imagen seleccionada.

Según esta realización favorable, se toman más de una vez imágenes, incluyendo las imágenes de núcleo de los otros extremos de las fibras ópticas repitiendo periódicamente las condiciones predeterminadas de combinación de tiempo de exposición y ganancia del medio de formación de imágenes. Las condiciones de la combinación de tiempo de exposición y ganancia del medio de formación de imágenes pueden establecerse por adelantado en correspondencia con un intervalo de la temperatura de superficie de la plancha de colada a medir. Debido a esto, una imagen tomada con una condición adecuada de combinación de tiempo de exposición y ganancia del medio de formación de imágenes para la temperatura de superficie de la plancha de colada a medir se incluye en la pluralidad de imágenes tomadas. En la realización favorable anterior, a partir de la pluralidad de imágenes tomadas, se seleccionan imágenes en las que la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo está en un intervalo predeterminado (por ejemplo, cuando se usa un medio de formación de imágenes de 8 bits, una densidad de píxeles de 50 a 200) por cada una de las imágenes de núcleo, y se calcula la temperatura de superficie del área de la plancha de colada correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo, basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo en las imágenes seleccionadas. Debido a esto, se espera que pueda obtenerse una densidad de píxeles adecuada correspondiente a la cantidad de luz de la luz de radiación térmica de la plancha de colada, de modo que sea posible medir la temperatura de superficie de la plancha de colada con una buena precisión.

En la presente invención, es preferible disponer un filtro óptico que transmita solo la luz que tenga una longitud de onda más corta que 0,9  $\mu\text{m}$  entre una lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes anterior, y tomar imágenes de la luz transmitida al filtro óptico por el medio de formación de imágenes anterior.

Según la realización favorable anterior, incluso cuando existe agua en la superficie de la plancha de colada, se hace fácil impedir un error en la medición de temperatura.

Además, con el fin de resolver los problemas anteriores, la presente invención es un aparato para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua,

comprendiendo el aparato: una pluralidad de boquillas, cada una instalada de una manera que esté localizada entre unos rodillos de soporte que soportan la plancha de colada, teniendo cada una de las boquillas una sección transversal interior de forma sustancialmente circular y vaporizando aire de purga hacia la superficie de la plancha de colada; una pluralidad de tubos resistentes al calor, cada uno conectado a una boquilla respectiva; una pluralidad



de fibras ópticas, insertándose cada uno de sus extremos en una boquilla respectiva y un tubo respectivo, de tal manera que un eje de luz de cada una de las fibras ópticas coincide sustancialmente con un eje central de una boquilla respectiva, recibiendo cada una de las fibras ópticas una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada en un extremo respectivo de las mismas a través de una columna de aire formada por el aire de purga; una carcasa comunicada con cada uno de los tubos, carcasa en la que están dispuestos los otros extremos de las fibras ópticas agrupados en un haz; un medio de formación de imágenes dispuesto en la carcasa, medio de formación de imágenes que toma imágenes bidimensionales o unidimensionales, incluyendo imágenes de núcleo de los otros extremos de las fibras ópticas agrupados en un haz; y un medio de cálculo para calcular una temperatura de superficie de un área de la plancha de colada correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo en las imágenes tomadas.

Según el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada de la presente invención, puesto que la luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada se recibe a través la columna de aire, es posible reducir la influencia del agua existente en la trayectoria de luz. Además, es posible medir temperaturas de superficie de una pluralidad de puntos de la plancha de colada fácilmente y a bajo coste. Por lo tanto, según el aparato para medir una temperatura de superficie de la presente invención, es posible medir las temperaturas de superficie de la pluralidad de puntos en la plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua que incluye un tipo de flexión vertical, con buena precisión y a bajo coste.

En el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada según la presente invención, es preferible que un diámetro interior de cada una de las boquillas sea de 5 mm a 30 mm.

Según esta realización favorable, se reduce la posibilidad de entrada de agua en la boquilla.

En el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada según la presente invención, la boquilla se instala, preferiblemente, de tal manera que un extremo superior de la misma esté localizado en un lado más alejado de la superficie de la plancha de colada que un eje central de cada uno de los rodillos de soporte.

Según esta realización favorable, puede evitarse con toda seguridad el contacto de la boquilla y una barra ficticia.

En el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada según la presente invención, como se describe en la especificación de la solicitud de patente japonesa n.º 2012-116771, es preferible que un diámetro de la columna de aire en una parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada sea de 30 mm a 40 mm.

Según esta realización favorable, es posible reducir la influencia del agua existente en la trayectoria de luz, sin interrumpir la refrigeración de la plancha de colada en la máquina de colada continua. Con el fin de hacer que el diámetro de la columna de aire en la parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada sea de 30 mm a 40 mm, una cantidad de flujo del aire de purga puede ajustarse en correspondencia con una distancia entre el extremo superior de cada una de las boquillas y la superficie de la plancha de colada.

En el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada según la presente invención, es preferible que la carcasa se instale fuera de una cámara en la que están dispuestos los rodillos de soporte, y en el interior de cada una de las boquillas, cada uno de los tubos y la carcasa están en un estado de presión positiva.

Según esta realización favorable, la entrada de agua y polvo en el interior de cada una de las boquillas, cada uno de los tubos y la carcasa que puede provocar un error en la medición de temperatura y una avería se evita eficazmente y es posible refrigerar eficientemente su interior.

En el aparato para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada según la presente invención, es preferible que un filtro óptico que transmite solo la luz que tiene la longitud de onda más corta que 0,9  $\mu\text{m}$  esté dispuesto entre una lente y un dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes.

Según esta realización favorable, incluso cuando existe agua en la superficie de la plancha de colada, se hace fácil evitar un error en la medición de temperatura.

#### Efectos de la Invención

Según la presente invención, es posible medir la temperatura de superficie de una pluralidad de puntos de una plancha de colada en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua que incluye un tipo de flexión vertical, con una alta precisión y a bajo coste.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es una vista que muestra una breve estructura de un aparato de medición de temperatura de superficie según una realización de la presente invención;

la figura 1B es una vista ampliada de una boquilla y las proximidades de la boquilla del aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

la figura 2A es una vista para ilustrar los puntos donde la temperatura de superficie de una plancha de colada se mide por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A, una vista que muestra un cuerpo entero de la plancha de colada;

5 la figura 2B es una vista que muestra los puntos donde la temperatura de superficie de la plancha de colada se mide por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

la figura 2C es una vista que muestra un punto de instalación de la boquilla del aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

la figura 3A es una vista que ilustra los contenidos del procesamiento de imágenes que realiza un medio de cálculo mostrado en la figura 1A;

10 la figura 3B es una vista que ilustra los contenidos del procesamiento de imágenes que realiza el medio de cálculo mostrado en la figura 1A;

la figura 3C es una vista que ilustra los contenidos del procesamiento de imágenes que realiza el medio de cálculo mostrado en la figura 1A;

la figura 4 es una vista que muestra un ejemplo de las imágenes tomadas por un medio de formación de imágenes mostrado en la figura 1A;

15 la figura 5 es una vista que muestra un ejemplo de los resultados de la medición de temperatura en un caso donde donde las luces de radiación térmica procedentes de un horno de cuerpo negro que tiene temperaturas de 1400 °C y 700 °C se reciben al mismo tiempo por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

20 la figura 6A es una vista que ilustra una descripción general de un experimento para confirmar el efecto de un filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm dispuesto entre una lente y un dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes mostrado en la figura 1A;

la figura 6B es una vista que ilustra una estructura de una célula usada en el experimento para confirmar un efecto de filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm dispuesto entre la lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes mostrado en la figura 1A;

25 la figura 6C es una vista que muestra un resultado del experimento para confirmar el efecto del filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm dispuesto entre la lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes mostrado en la figura 1A;

30 la figura 7A es una vista que muestra un ejemplo de los resultados de medición de la temperatura de superficie de la plancha de colada medidos por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

la figura 7B es una vista que muestra otro ejemplo de los resultados de medición de la temperatura de superficie de la plancha de colada medidos por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A;

35 la figura 8 es una vista que muestra una breve estructura de una cámara;

la figura 9 es una vista que muestra un ejemplo de disposición del filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm dispuesto entre la lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes mostrado en la figura 1A.

40

#### Modos para realizar la Invención

En lo sucesivo en la presente memoria, con referencia a los dibujos adjuntos, se describirá una realización de la presente invención. La figura 1A es una vista que muestra una breve estructura de la totalidad de un aparato de medición de temperatura de superficie de una plancha de colada según una realización de la presente invención, y la figura 1B es una vista ampliada de una boquilla y las proximidades de la boquilla del aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A. La figura 2A es una vista para describir los puntos donde la temperatura de superficie de la plancha de colada se mide por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A, una vista que muestra un cuerpo entero de la plancha de colada. La figura 2B es una vista que muestra los puntos donde la temperatura de superficie de la plancha de colada se mide por el aparato de medición de temperatura de superficie mostrado en la figura 1A. La figura 2C es una vista que muestra un punto de la boquilla del aparato de medición temperatura de superficie mostrado en la figura 1A, y la figura 2C también muestra una columna de aire ("AIR" en la figura 2C) formada por aire de purga pulverizado desde la boquilla. En este caso, en las figuras 1B y 2C, también se muestra un estado cuando ha finalizado la etapa de "insertar un extremo de una fibra óptica en una boquilla cuya sección transversal interior es de forma circular y un tubo resistente al calor conectado a la boquilla de tal manera que un eje de luz de la fibra óptica coincida con un eje central de la boquilla, e instalar una pluralidad de boquillas de tal manera que cada una de las boquillas esté localizada entre los rodillos de soporte que soportan la plancha de colada" en el método para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada de la presente invención. Además, en la figura 2C, también se muestra un estado cuando la etapa de "recibir, mientras se pulveriza aire de purga desde cada una de las boquillas hacia una superficie de la plancha de colada, una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada en un extremo de cada una de las fibras ópticas a través de una columna de aire formada por el aire de purga" en el método para medir la temperatura de superficie de una plancha de colada de la presente invención. Además, en la figura 1A, también se muestra un estado de "agrupar los otros extremos de cada una de las fibras ópticas en un haz en una carcasa comunicada con cada uno de los tubos" en la etapa de "agrupar los otros extremos de cada una de las fibras ópticas en un haz en una carcasa comunicada con cada uno de los tubos tomando de este modo imágenes que incluyen imágenes de

45

50

55

60

65

núcleo de los otros extremos de cada una de las fibras ópticas agrupados en un haz, usando un medio de formación de imágenes bidimensionales o unidimensionales". Como se muestra en la figura 1A, un aparato de medición temperatura de superficie 100 según la presente invención comprende una pluralidad de boquillas 1, pulverizando cada boquilla 1 aire de purga hacia una superficie de una plancha de colada S, una pluralidad de tubos 2 resistentes al calor, estando cada tubo 2 resistente al calor (en lo sucesivo en la presente memoria, denominado a veces "tubo flexible 2") conectado a cada una de las boquillas 1, una pluralidad de fibras ópticas 3, recibiendo cada fibra óptica 3 una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada S, una carcasa 4 comunicada con cada uno de los tubos flexibles 2, un medio de formación de imágenes 5 que toma imágenes bidimensionales o unidimensionales, y un medio de cálculo 6 para calcular la temperatura de superficie de la plancha de colada S. En esta realización, como se muestra en la figura 2A, con respecto a las secciones transversales A, B de dos puntos de la plancha de colada S localizados en una parte de flexión y las secciones transversales C, D de dos puntos de la plancha de colada S localizados en una parte de corrección en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua, la medición se realiza en seis puntos cada una, y en ambos lados (puntos mostrados por las flechas en la figura 2B), por lo tanto, en 48 puntos en total. Es decir, las boquillas mostradas en las figuras 1A y 1B están dispuestas en los 48 puntos en total sobre la superficie de la plancha de colada S unas frente a otras.

La boquilla 1 se fabrica para tener una sección transversal interior de forma sustancialmente circular, y un diámetro interior  $r_1$  de la boquilla 1 es de 5 mm a 30 mm (en esta realización, el diámetro interior  $r_1 = 10$  mm, y un diámetro exterior de 15 mm). En la boquilla 1, el aire comprimido seco A se introduce a través de una tubería 11, y el aire de purga se pulveriza desde un extremo superior de la boquilla 1. Como se muestra en la figura 1B, una válvula de control de flujo 111 y un monitor de flujo 112 están unidos a cada tubería 11 que introduce el aire comprimido A en cada boquilla 1. Esto hace que sea posible ajustar la cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en cada boquilla 1 por separado. Una ventaja de ser capaz de ajustar la cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en cada boquilla 1 por separado es la siguiente. Como se ha mencionado anteriormente, una gran cantidad de agua de refrigeración fluye en un periodo de tiempo desde antes de que se inicie la colada y hasta la primera etapa después de que se inicie la colada y similares. Cada boquilla 1 está dispuesta en una posición diferente a otra, habiendo un caso en el que una de las boquillas 1 expuesta a la gran cantidad de agua de refrigeración (en lo sucesivo en la presente memoria denominada "boquilla A"), y otra de las boquillas 1 expuesta solo a una pequeña cantidad de agua de refrigeración (en lo sucesivo denominada "boquilla B") existen juntas. Por supuesto, posiblemente exista también una de las boquillas 1 en un estado de la mitad de la boquilla A y la boquilla B. En un caso donde la válvula de control de flujo 111 y el monitor de flujo 112 no están unidos a cada una de las tuberías 11 y solo la cantidad de flujo total del aire comprimido A se introduce en cada boquilla 1, se cambia el equilibrio entre una cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en la boquilla A y una cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en la boquilla B para disminuir la cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en la boquilla A, existiendo de este modo la posibilidad de entrada de agua de refrigeración con polvo, tal como escamas, en la boquilla A. Como resultado de esto, una ventana óptica 12 construida en la boquilla A descrita a continuación puede ensuciarse, o la suciedad puede acumularse dentro de la boquilla A, lo que perturba la detección de la luz de radiación térmica. Debido a esto, puede producirse un grave error en la temperatura medida a través de la fibra óptica 3 insertada en la boquilla A, o, a veces, no puede realizarse la medición de temperatura. Contra esto, haciendo posible el ajuste de la cantidad de flujo del aire comprimido A introducido en cada boquilla 1 mediante la unión de la válvula de control de flujo 111 y el monitor de flujo 112 a cada boquilla 1, es posible evitar estos problemas. Como se muestra en la figura 2C, la boquilla 1 se instala entre los rodillos de soporte R que soportan la plancha de colada S de tal manera que un extremo superior de la boquilla 1 se localiza más lejos de la superficie de la plancha de colada S que un eje central RC de cada uno de los rodillos de soporte R. Un diámetro de la columna de aire formada por el aire de purga pulverizado desde la boquilla 1 en una parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada S (diámetro de la columna de aire S) se establece para ser de 30 mm a 40 mm ajustando la cantidad de flujo del aire comprimido A introducido a través de la tubería 11.

El tubo flexible 2 es un tubo flexible resistente al calor fabricado de acero inoxidable y similares, y tiene la función de proteger la fibra óptica 3 del calor, los golpes, el polvo, el agua y similares. En el tubo flexible 2 y la boquilla 1, el aire comprimido seco A se introduce a través de una tubería 14 comunicada con la boquilla 1, y esto crea un estado de presión positiva en el interior del tubo flexible 2 y la boquilla 1. Debido a esto, se evita eficazmente la entrada de agua y de polvo en el tubo flexible 2 y la boquilla 1 que puede provocar un error en la medición de temperatura y averías, y al mismo tiempo, es posible refrigerar eficientemente su interior.

Un extremo de cada una de las fibras ópticas 3 se inserta en cada boquilla 1 y cada tubo flexible 2, de tal manera que un eje de luz (eje central) de cada fibra óptica 3 coincide sustancialmente con un eje central de la boquilla 1. Además, una ventana óptica 12 y una lente (una lente convexa) 13 se construyen en la boquilla 1. La fibra óptica 3 recibe la luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada S en un extremo 31 de la misma a través de la columna de aire formada por el aire de purga, la ventana óptica 12 y la lente 13. Como lente 13 se elige una lente que tiene su visual en el extremo superior de la boquilla 1 menor que el diámetro interior de la boquilla 1 (por ejemplo, aproximadamente 5 mm), y que tiene una distancia focal que no aumenta innecesariamente la visual de la superficie de la plancha de colada S.

Como la fibra óptica 3, por ejemplo, una fibra óptica fabricada de cuarzo, tiene un diámetro de núcleo de 400  $\mu\text{m}$ , puede emplearse un diámetro de funda de revestimiento de 500  $\mu\text{m}$  y un diámetro de fibra de 4 mm. Ambos

extremos de la misma se pulen para tener una superficie plana o una superficie convexa. Una fibra óptica que tiene un gran diámetro de núcleo recibe una gran cantidad de luz de radiación térmica para contribuir a reducir un límite inferior del valor de medición de temperatura, pero, como por otra parte, es débil a la flexión, es necesario tener cuidado en su instalación. Como material de recubrimiento para una superficie exterior de la fibra óptica, puede aplicarse un material que tiene una resistencia al calor de 100 °C o más, por ejemplo, un material que tiene una resistencia al calor de 150 °C.

Una carcasa 4 se instala fuera de una cámara (cámara de línea de colada) en la que están dispuestos los rodillos de soporte R dispuestos en una parte de flexión y una parte de corrección de la máquina de colada continua. La figura 8 muestra una breve estructura de una cámara X. Para una fácil comprensión de la estructura de la cámara X, se omite parcialmente la descripción de los símbolos repetidos, y las boquillas 1 se muestran por las flechas rectas en la figura 8. Además, en la figura 8, la carcasa 4 se muestra simplificada. La cámara X es un elemento de metal y cubre de manera circundante los rodillos de soporte R, la plancha de colada S y similares. Un espacio rodeado por la cámara X está en un entorno caliente debido al calor de radiación procedente de la plancha de colada S. Además, puesto que el agua de refrigeración pulverizada desde un pulverizador de refrigeración hacia la plancha de colada S tiene contacto con la plancha de colada S y se evapora, generando de este modo una gran cantidad de vapor de agua, el espacio rodeado por la cámara X también está en un entorno húmedo. El vapor de agua en la cámara X se expulsa al exterior de la cámara X por un medio de expulsión no mostrado. Como se muestra en la figura 8, en el espacio rodeado por la cámara X, están dispuestas las boquillas 1, y cada boquilla 1 está conectada a la carcasa 4 dispuesta en el exterior de la cámara X a través del tubo flexible cuya descripción se omite en la figura 8. Volviendo a la figura 1A, se continuará la descripción. En la carcasa 4, el aire comprimido seco A se introduce a través de una tubería 41, que crea en el interior de la carcasa 4 un estado de presión positiva. En la carcasa 4, el otro extremo de cada una de las fibras ópticas 3 se agrupa en un haz y se desecha. Específicamente, en esta realización, se emplean un conector FC 7 y un haz de fibras 8. El conector FC 7 se conecta al otro extremo de cada fibra óptica 3. Las fibras ópticas 81 que configuran un haz de fibras 8 tienen, cada una de las mismas, un diámetro de núcleo de 400 μm, un diámetro de funda de revestimiento de 500 μm, que son los mismos que los de la fibra óptica 3, y unos extremos están separados entre sí, y solo los otros extremos están agrupados. Ambos lados de cada una de las fibras ópticas 81 se pulen para tener una cara plana o una cara convexa. Las fibras ópticas 81 configuran el haz de fibras 8, y los extremos de las fibras ópticas 81 que están separados entre sí se enlazan con los otros extremos de las fibras ópticas 3 por el conector FC 7. Los extremos de las fibras ópticas 81 y los otros extremos de las fibras ópticas 3 se pulen para tener una cara plana o una cara convexa, por lo que la pérdida de transmisión en el conector FC 7 se restringe de un 1 % a un 2 %, lo que apenas afecta al valor de medición de temperatura. Cabe señalar que, en esta realización, como un medio para agrupar los otros extremos de las fibras ópticas 3 en un haz, se emplea el conector FC 7 y el haz de fibras 8, sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Por ejemplo, los otros extremos de las fibras ópticas 3 pueden agruparse en un haz fijándolos con metal, resina o similares.

Como medio de formación de imágenes 5, pueden emplearse una cámara CCD bidimensional, una cámara CMOS bidimensional, un sensor de línea CCD, un sensor de línea CMOS y similares. En esta realización, como medio de formación de imágenes 5 se emplea una cámara CCD bidimensional. Especialmente, en esta realización, como una configuración favorable, se emplea una cámara CCD bidimensional que puede controlar su tiempo de exposición (velocidad de obturación) y ganancia. El medio de formación de imágenes 5 está dispuesto de una manera para tomar imágenes, incluyendo una imagen de núcleo, de los otros extremos de cada una de las fibras ópticas 3 agrupados en un haz. En esta realización, el medio de formación de imágenes 5 está dispuesto de una manera para tomar imágenes, incluyendo una imagen de núcleo, del otro extremo de la fibra óptica 81 que configura el haz de fibras 8. Específicamente, el medio de formación de imágenes 5 está dispuesto de tal manera que las imágenes de núcleo de los otros extremos de la pluralidad de fibras ópticas 81 (en esta realización, seis fibras ópticas 81) están en una visual de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. Además, un filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm está dispuesto entre una lente y un dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. Esto hace que sea posible impedir un error en la medición de temperatura debido a la absorción de la luz de radiación térmica por el agua existente entre el un extremo de la fibra óptica 3 y la plancha de colada S. La luz de radiación térmica a detectar forma una imagen en el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5 a través de la fibra óptica 3, el haz de fibras 8 y el filtro óptico mencionado anteriormente. La figura 9 muestra un ejemplo de disposición del filtro óptico a disponer entre la lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. Como se muestra en la figura 9, un filtro óptico 51 que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm está dispuesto entre una lente 52 y un dispositivo de formación de imágenes 53.

La ampliación de la formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5 se establece, como se ha descrito anteriormente, de tal manera que las imágenes de núcleo de los otros extremos de la pluralidad de fibras ópticas 81 (en esta realización, 6 fibras ópticas 81) están en una visual de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. Además, en esta realización, con el fin de calcular una densidad de píxeles media de las proximidades de un píxel central en la imagen de núcleo, como se describe a continuación, la ampliación de la formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5 se establece de tal manera que se incluyen una pluralidad de píxeles (preferiblemente, 9 o más píxeles) en la imagen de núcleo.

Un medio de cálculo 6 calcula una temperatura de superficie de un área de la plancha de colada correspondiente a

5 cada imagen de núcleo, basándose en la densidad de píxeles de cada imagen de núcleo en las imágenes tomadas por el medio de formación de imágenes 5. Específicamente, el medio de cálculo 6 está configurado con un ordenador personal en el que se instala un software para realizar un procesamiento de imágenes predeterminado, descrito a continuación, de las imágenes tomadas y realizar un procesamiento aritmético predeterminado de un resultado del procesamiento de imágenes para calcular de este modo la temperatura de superficie.

10 En lo sucesivo en la presente memoria, se describirá específicamente un método para medir la temperatura de superficie de la plancha de colada S mediante el aparato de medición de temperatura de superficie 100 que tiene la configuración anterior.

15 Las figuras 3A a 3C son vistas para ilustrar los contenidos del procesamiento de imágenes que realiza el medio de cálculo mostrado en la figura 1. Una pluralidad de condiciones de tiempo de exposición y ganancia se establecen por adelantado para el medio de formación de imágenes 5. Como se muestra en la figura 3A, el medio de formación de imágenes 5 repite las condiciones establecidas periódicamente en serie para, de este modo, tomar las imágenes I, incluyendo la imagen de núcleo, del otro extremo de cada una de las fibras ópticas 81 más de una vez. Cada imagen tomada I se almacena en el medio de cálculo 6. En el ejemplo mostrado en la figura 3A, se establecen por adelantado 8 condiciones (condición 1 a condición 8) de las condiciones de combinación de tiempo de exposición y ganancia, y se repite periódicamente la formación de imágenes con cada condición.

20 Como se muestra en la figura 3B, en el medio de cálculo 6, un área D de píxel de detección para cada imagen tomada I se establece por cada imagen 81F del otro extremo de cada fibra óptica 81 por adelantado. En la figura 3B, solo un área D del píxel de detección se muestra por conveniencia, sin embargo, de hecho, se establecen seis áreas D de píxel de detección. El área D de píxel de detección es un área de píxeles más ancha que un área de píxeles de la imagen 81F del otro extremo de la fibra óptica 81 que puede suponerse a partir de la visual de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. El medio de cálculo 6, por ejemplo, calcula un centro de la densidad de píxeles en el área D de píxel de detección, y establece el píxel localizado en el centro calculado como un píxel central CC de la imagen de núcleo 81C. Como se ha mostrado anteriormente, mediante la detección del píxel central CC de la imagen de núcleo 81C, es posible restringir la influencia de una variación de posición mecánica (variación en la visual de formación de imágenes) del medio de formación de imágenes 5 y la variación de posición de la imagen de núcleo 81C debida al cambio de temperatura.

25 Como se muestra en la figura 3C, en el medio de cálculo 6, se establece por adelantado un área de píxeles CA para calcular una densidad de píxeles media que es un área de píxeles de las proximidades del píxel central CC de la imagen de núcleo detectada 81C. Por ejemplo, el área de píxeles CA para calcular la densidad de píxeles media es un área de píxeles de 3 x 3 que centra el píxel central CC. El medio de cálculo 6 calcula una densidad de píxeles media promediando la densidad de píxeles dentro del área de píxeles CA para calcular la densidad de píxeles media. La salida después de la conversión A/D del CCD tiene una variación aleatoria de aproximadamente 1 a 2 bits. Sin embargo, calculando la densidad de píxeles media como anteriormente, es posible restringir la variación aleatoria en menos de 1 bit.

30 Además, como se muestra en la figura 3C, en el medio de cálculo 6, se establece por adelantado un área de píxeles BA para calcular la densidad de fondo, que es un área de píxeles distinta al área de píxeles de la imagen 81F del otro extremo de la fibra óptica 81 (área de píxeles localizada en una posición que tiene una distancia predeterminada del píxel central CC de la imagen de núcleo detectada 81C). El medio de cálculo 6 promedia la densidad de píxeles dentro del área de píxeles BA para calcular la densidad de fondo, calculando de este modo la densidad de fondo. El medio de cálculo 6 resta la densidad de fondo de la densidad de píxeles media de cada imagen de núcleo 81C. Como se ha mostrado anteriormente, restando la densidad de fondo de la densidad de píxeles media de cada imagen de núcleo 81C, la densidad de píxeles de cada imagen de núcleo 81C, después de la resta en la que se reduce la influencia de la luz parásita, el ruido y similares, se convierte en una densidad de píxeles solo correspondiente a una cantidad de luz de la luz de radiación térmica transmitida en el núcleo, por lo que puede esperarse que la temperatura de superficie de la plancha de colada S pueda calcularse con una buena precisión. El medio de cálculo 6 evalúa si la densidad de píxeles de cada imagen de núcleo 81C después de la resta está o no en un intervalo predeterminado (por ejemplo, en un caso donde se emplea el medio de formación de imágenes 5 de 8 bits, una densidad de píxeles de 50 a 200). Como resultado de esto, la imagen de núcleo 81C cuya densidad de píxeles después de la resta está fuera del intervalo establecido por adelantado se retira del objeto del procesamiento aritmético que se menciona a continuación. Como se ha descrito anteriormente, se calcula la densidad de píxeles de cada imagen de núcleo 81C de cada imagen tomada I (densidad en la que la densidad de fondo se resta de la densidad de píxeles media de cada imagen de núcleo 81C).

35 40 45 50 55 60 65 En el medio de cálculo 6, se almacena una curva de calibración realizada por adelantado (relación correspondiente entre la densidad de píxeles de la imagen de núcleo 81C y la temperatura). Esta curva de calibración se realiza por cada condición de combinación de tiempo de exposición y ganancia. En esta realización, puesto que se establecen ocho condiciones de combinación de tiempo de exposición y ganancia, ocho curvas de calibración realizadas, respectivamente, por las ocho condiciones por adelantado, cada curva de calibración se almacena en el medio de cálculo 6 asociado con cada condición. Además, en el medio de cálculo 6, cuando se almacena cada imagen tomada I, se almacena conjuntamente una condición de cada imagen tomada I (una de las condiciones 1 a 8). El

medio de cálculo 6 calcula la temperatura de superficie de la plancha de colada S correspondiente a cada imagen de núcleo 81C de cada imagen tomada I, por medio de la densidad de píxeles de cada imagen de núcleo 81C de cada imagen tomada I y la curva de calibración asociada con la condición de cada imagen tomada I. A continuación, el medio de cálculo 6 obtiene el valor más grande o un valor medio de la temperatura de superficie correspondiente a cada imagen de núcleo 81C de la pluralidad de imágenes tomadas I obtenidas en un periodo de tiempo predeterminado establecido por adelantado (por ejemplo, 1 minuto) por cada imagen de núcleo 81C, y emite el valor más grande o el valor medio como resultado de la medición de temperatura de superficie de un área de la plancha de colada S correspondiente a cada imagen de núcleo 81C. En este momento, el medio de cálculo 6 elimina la imagen de núcleo 81C cuya densidad de píxeles después de la resta esté fuera del intervalo establecido por adelantado como se ha descrito anteriormente con respecto al objeto para obtener el valor más grande o el valor medio. Cabe señalar que, con el fin de impedir la influencia de agua que cae de los rodillos de soporte R, es preferible que el valor más grande de la temperatura de superficie obtenido en el periodo de tiempo predeterminado se emita como resultado de la medición de temperatura de superficie.

La curva de calibración descrita anteriormente puede realizarse por medio de un horno de cuerpo negro y un termómetro de radiación de referencia, cambiando la temperatura del horno de cuerpo negro por cada 10 °C a varias docenas de grados centígrados, obteniéndose una relación correspondiente entre la salida del termómetro de radiación de referencia y la densidad de píxeles de la imagen de núcleo 81C. La curva de calibración descrita anteriormente puede realizarse por cada fibra óptica 3 (81). En este caso, cada curva de calibración correspondiente a cada condición por cada fibra óptica 3 (81) (es decir, en esta realización, los números de las fibras ópticas 3 4 x 8 condiciones = 384 curvas de calibración) se almacenan en el medio de cálculo 6. Además, puesto que la variación de la sensibilidad del CCD es relativamente pequeña, puede considerarse que solo se realiza una curva de calibración para una de las fibras ópticas 3 (81) para desviar las otras fibras ópticas 3 (81). Además, en un caso en donde la eficiencia de transmisión de la luz de radiación térmica tiene una diversidad, tal como un caso en donde las fibras de luz 3 (81) tienen diferentes longitudes, también es posible, haciendo una fibra óptica 3 (81) como un canal representativo para realizar una curva de calibración precisa que establece una gran cantidad de temperaturas en un horno de cuerpo negro, y para las otras fibras ópticas 3 (81), realizando la medición de temperatura con unas pocas temperaturas establecidas del horno de cuerpo negro, obteniendo de este modo una relación correspondiente a la calibración del canal representativo, y usando la relación correspondiente y la curva de calibración del canal representativo, suponer las curvas de calibración de las otras fibras ópticas 3 (81).

Como se ha descrito anteriormente, se realiza la medición de temperatura de la temperatura de superficie de la plancha de colada S mediante el aparato de medición de temperatura de superficie 100.

La figura 4 es una vista que muestra un ejemplo de la imagen tomada I por medio del medio de formación de imágenes 5. En el ejemplo mostrado en la figura 4, los otros extremos de las seis fibras ópticas 81 (CH1 a CH6) están dispuestos en una línea sustancialmente recta. Los CH2 y CH4 mostrados en la figura 4 detectan una luz de radiación térmica de un horno de cuerpo negro que tiene una temperatura de 1400 °C, y los CH1, CH3, CH5 y CH6 detectan una luz de radiación térmica del horno de cuerpo negro que tiene una temperatura ambiente. Como se ha descrito anteriormente, con el fin de realizar una medición de temperatura con una buena precisión, es necesario calcular la temperatura de superficie no basándose en toda la imagen del otro extremo de la fibra óptica 81, sino basándose en la densidad de píxeles de la imagen de núcleo en la que la luz de radiación térmica se transmite de manera estable. Sin embargo, en caso de que los brillos de la luz de radiación térmica detectada por cada fibra óptica 3 sean muy diferentes entre sí, la luz de salida en el otro extremo de la fibra óptica 3 en la que se transmite una luz de radiación térmica desde el objeto caliente se refleja en un elemento de fijación del otro extremo del haz de fibras 8, la superficie de la lente del medio de formación de imágenes 5 y similares, para ser una luz parásita. Con el fin de impedir esta luz parásita, como se ha descrito anteriormente, puede considerarse otro procesamiento distinto del procesamiento de restar la densidad de fondo calculada en el área de píxeles BA para calcular la densidad de fondo de la densidad de píxeles media de la imagen de núcleo calculada en el área de píxeles CA para calcular la densidad de píxeles media, como se muestra en la figura 3B, disponiendo los otros extremos de las fibras ópticas 81 en forma de zigzag, para establecer de este modo una distancia lo más amplia posible entre cada una de las fibras ópticas 81. También es eficaz para aplicar un recubrimiento antirreflectante a una cara de extremo de la fibra óptica 3, 81.

Además, hoy en día, puesto que una cámara CCD bidimensional o similar es relativamente barata, es más deseable formar una imagen disponiendo solo las fibras ópticas 3 (81) que transmiten la luz de radiación térmica de los puntos de medición adyacentes (cuando los puntos de medición están cerca unos de otros, la diferencia de temperatura es relativamente pequeña) por medio de un medio de formación de imágenes 5, que formar una imagen de los otros extremos de las fibras ópticas 3 (81) que transmiten luces de radiación térmica de diferentes puntos de medición por medio de un medio de formación de imágenes 5. Por ejemplo, se ha descubierto que usando diferentes medios de formación de imágenes 5 para cada sección transversal de A a D, mostradas en la figura 2A por ambas caras (8 medios de formación de imágenes 5 en total), puede restringirse la influencia de la luz parásita.

El aparato de medición de temperatura de superficie 100 según esta realización también necesita tener regularmente un trabajo de pruebas con el fin de confirmar la precisión en la medición de temperatura y similares. En una prueba general mediante el uso de un termómetro de radiación, hay una necesidad de cambiar la temperatura

del horno de cuerpo negro poco a poco en cada termómetro de radiación. Sin embargo, puede considerarse la precisión en la medición de temperatura del aparato de medición temperatura de superficie 100 según esta realización dividiendo la diversidad en el valor de medición de temperatura por un canal representativo y la diversidad en la desviación del valor de medición de temperatura entre los canales, por lo que es posible simplificar el trabajo de pruebas. Es decir, con respecto al canal representativo, se realiza una prueba normal, por otra parte, con respecto a los otros canales, es suficiente confirmar la desviación o la diversidad en la desviación respecto al valor de medición de temperatura por el canal representativo usando de 1 a varios puntos de temperatura del horno de cuerpo negro, por lo que puede simplificarse el trabajo de pruebas.

La figura 5 es una gráfica que muestra un ejemplo de los resultados de medición de temperatura en un caso donde los otros extremos de seis fibras ópticas 81 (CH1~CH6) están dispuestos en una línea sustancialmente recta para formar una imagen usando el medio de formación de imágenes 5, en donde las luces de radiación térmica procedentes de un horno de cuerpo negro que tiene temperaturas de 1400 °C y 700 °C se reciben al mismo tiempo, que es el mismo caso mostrado en la figura 4. El CH1 recibe la luz de radiación térmica de 700 °C, y el CH3 recibe la luz de radiación térmica de 1400 °C. Como se ha descrito anteriormente, se ha confirmado que realizando el procesamiento de restar la densidad de fondo de la densidad de píxeles media de la imagen de núcleo, se restringió la influencia de la luz parásita, y ambas luces de radiación térmica pudieron medirse con una precisión suficiente.

La figura 6A es una vista que ilustra el compendio de un experimento que confirma el efecto del filtro óptico que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que 0,9 μm dispuesto entre la lente y el dispositivo de formación de imágenes del medio de formación de imágenes 5. La figura 6B es una vista que ilustra la estructura de la célula usada en el experimento cuyo compendio se muestra en la figura 6A. La figura 6C es una vista que ilustra el resultado del experimento cuyo compendio se muestra en la figura 6A. En este experimento, como se muestra en la figura 6A, se insertó una célula entre el aparato de medición de temperatura de superficie 100 según la presente invención y un horno de cuerpo negro que tenía una temperatura preestablecida de 810 °C, y se confirmó un cambio en el valor de medición de temperatura cuando se insertó la célula. Como se muestra en la figura 6C, hay solo 1 °C de diferencia en el valor de medición de temperatura después de la inserción entre un caso donde hay en la célula un espesor de 20 mm de agua y un caso donde no hay agua en la célula. La célula sin agua está configurada de la misma manera que la célula mostrada en la figura 6B, excepto que la célula que no tiene agua tiene un error en la medición de temperatura debido a que refleja la luz porque la célula sin agua tiene 4 interfaces de la ventana de cuarzo. Teniendo en cuenta esto, el error en la medición de temperatura debido a la absorción por agua que tiene un espesor de 20 mm puede estimarse en aproximadamente 4,5 °C. A partir de esto, puede decirse que el error en la medición de temperatura puede restringirse en aproximadamente 5 °C si el espesor de agua es inferior a 20 mm.

La figura 7A es una vista que muestra un ejemplo de los resultados de medición de la temperatura de superficie de la plancha de colada S medidos por el aparato de medición de temperatura de superficie 100 según la presente invención, y muestra los resultados de la medición de temperatura de 6 canales en el lado posterior de la sección transversal A mostrada en la figura 2A. La figura 7B es una vista que muestra otro ejemplo de los resultados de la medición de la temperatura de superficie de la plancha de colada S medidos por el aparato de medición de temperatura de superficie 100 según la presente invención, y que muestra los resultados de la medición de temperatura de 6 canales en el lado posterior de la sección transversal B mostrada en la figura 2A. Como se muestra en las figuras 7A y 7B, según el aparato de medición de temperatura de superficie 100 de la presente invención, fue posible medir de manera estable las temperaturas de muchos puntos de la plancha de colada S que se cuele por una máquina de colada continua. Como resultado de esto, fue posible impedir la generación de grietas de superficie. También fue posible impedir una disminución indebida de la productividad (disminución de la velocidad de colada) debido al temor a la generación de grietas de superficie.

Descripción de los números de referencia

AIR	columna de aire
r1	diámetro interior de la boquilla
R	rodillo de soporte
RC	eje central del rodillo de soporte
S	plancha de colada
X	cámara
1	boquilla
2	tubo flexible (tubo)
3,81	fibra óptica
4	carcasa
5	medio de formación de imágenes
6	medio de cálculo
7	conector FC
8	haz de fibras
51	filtro óptico
100	aparato de medición de temperatura de superficie

REIVINDICACIONES

1. Un método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua, comprendiendo el método las etapas de:

5 insertar un extremo de cada una de una pluralidad de fibras ópticas (3, 81) en una pluralidad de boquillas (1) que tienen, cada una de las mismas, una sección transversal interior de forma circular y una pluralidad de tubos (2) resistentes al calor, cada uno conectado a una respectiva de las boquillas (1), de tal manera que un eje de luz de cada una de las fibras ópticas (3, 81) coincide con un eje central de una respectiva de las boquillas (1), e instalar una pluralidad de las boquillas (1) de tal manera que cada una de las boquillas (1) se localice entre los rodillos de soporte (R) que soportan la plancha de colada (S);  
 10 recibir, mientras se pulveriza aire de purga desde cada una de las boquillas (1) hacia una superficie de la plancha de colada (S), una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada (S) en un extremo de cada una de las fibras ópticas (3, 81) a través de una columna de aire (AIR) formada por el aire de purga;  
 15 agrupar los otros extremos de las fibras ópticas (3, 81) en un haz (8) en el interior de una carcasa (4) comunicada con cada uno de los tubos (2) para tomar imágenes que incluyen imágenes de núcleo (81C) de los otros extremos de las fibras ópticas (3, 81) agrupados en un haz (8), usando un medio de formación de imágenes bidimensionales o unidimensionales (5) dispuesto dentro de la carcasa (4); y  
 20 calcular la temperatura de superficie de un área de la plancha de colada (S) correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo (81C) basándose en una densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo (81C) en las imágenes tomadas.

2. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según la reivindicación 1, comprendiendo el método usar las boquillas (1) que tienen, cada una de las mismas, un diámetro interior de 5 mm a 30 mm.

3. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo el método instalar las boquillas (1) de tal manera que cada extremo superior de las mismas se localice en un lado más alejado de la superficie de la plancha de colada (S) que un eje central (CR) de cada uno de los rodillos de soporte (R).

4. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el método ajustar una cantidad de flujo del aire de purga de tal manera que un diámetro de la columna de aire (AIR) en una parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada (S) sea de 30 mm a 40 mm.

5. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo el método instalar la carcasa (\$) fuera de una cámara (X) en la que están dispuestos los rodillos de soporte (R), y crear en el interior de las boquillas (1), los tubos (2) y la carcasa (4) un estado de presión positiva.

6. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el método detectar un píxel central de cada una de las imágenes de núcleo (81C) en las imágenes tomadas por el medio de formación de imágenes (5) y calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada (S) correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo (81C) basándose en una densidad media de píxeles de un área de píxeles de 3 x 3 centrandolo píxel central en cada una de las imágenes de núcleo (81C).

7. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el método calcular una densidad de fondo basándose en la densidad de píxeles del área de píxeles distinta del área de píxeles de la imagen del otro extremo de cada una de las fibras ópticas (3, 81) en la imagen tomada por el medio de formación de imágenes (5), restar la densidad de fondo calculada de la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo (81C), y calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada (S) correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo (81C) basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo (81C) después de la resta.

8. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el método: establecer una pluralidad de condiciones de combinación de tiempo de exposición y ganancia del medio de formación de imágenes (5) por adelantado; tomar imágenes, incluyendo las imágenes de núcleo (81C) de los otros extremos de las fibras ópticas (3, 81) agrupados en un haz (8) más de una vez repitiendo las condiciones establecidas periódicamente en serie; seleccionar una imagen de cada una de las imágenes de núcleo (81C) cuya densidad de píxeles esté en un intervalo predeterminado, por cada una de las imágenes de núcleo (81C), de entre la pluralidad de imágenes tomadas; y calcular la temperatura de superficie del área de la plancha de colada (S) correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo (81C) basándose en la densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo (81C) en la imagen seleccionada.



- 5 9. El método para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el método disponer un filtro óptico (51) que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que  $0,9 \mu\text{m}$  entre una lente (13, 52) y el dispositivo de formación de imágenes (53) del medio de formación de imágenes (5), y tomar imágenes de la luz transmitida por el filtro óptico (51) mediante el medio de formación de imágenes (5).
10. Un aparato para medir una temperatura de superficie de una plancha de colada (S) en una zona de refrigeración secundaria de una máquina de colada continua, comprendiendo el aparato:
- 10 una pluralidad de boquillas (1), cada una instalada de manera que se localiza entre los rodillos de soporte (R) que soportan la plancha de colada (S), teniendo cada una de las boquillas (1) una sección transversal interior de forma circular y pulverizando aire de purga hacia la superficie de la plancha de colada (S);
- 15 una pluralidad de tubos (2) resistentes al calor, cada uno conectado a una respectiva de las boquillas (1); una pluralidad de fibras ópticas (3, 81), insertándose cada uno de sus extremos en una respectiva de las boquillas (1) y uno respectivo de los tubos (2), de tal manera que un eje de luz de cada una de las fibras ópticas (3, 81) coincide con un eje central de una respectiva de las boquillas (1), recibiendo cada una de las fibras ópticas (3, 81) una luz de radiación térmica procedente de la plancha de colada (S) en un extremo respectivo de las mismas a través de una columna de aire (AIR) formada por el aire de purga;
- 20 una carcasa (4) comunicada con cada uno de los tubos (2), carcasa (4) en la que están dispuestos los otros extremos de las fibras ópticas (3, 81) agrupados en un haz (8); un medio de formación de imágenes (5) dispuesto en el carcasa (4), tomando el medio (5) imágenes bidimensionales o unidimensionales, incluyendo imágenes de núcleo (81C) de los otros extremos de las fibras ópticas (3, 81) agrupados en un haz (8); y
- 25 un medio de cálculo (&) para calcular una temperatura de superficie de un área de la plancha de colada (S) correspondiente a cada una de las imágenes de núcleo (81C) basándose en una densidad de píxeles de cada una de las imágenes de núcleo (81C) en las imágenes tomadas.
- 30 11. El aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha de colada (S) según la reivindicación 10, en donde un diámetro interior de cada una de las boquillas (1) es de 5 mm a 30 mm.
- 35 12. El aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha de colada (S) según la reivindicación 10 u 11, en donde cada una de las boquillas (1) está instalada de tal manera que un extremo superior de las mismas se localiza en un lado más alejado de la superficie de la plancha de colada (S) que un eje central (RC) de cada uno de los rodillos de soporte (R).
- 40 13. El aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde un diámetro de la columna de aire (AIR) en una parte que tiene contacto con la superficie de la plancha de colada (S) es de 30 mm a 40 mm.
- 45 14. El aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha de colada (S) según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde la carcasa (4) está instalada fuera de una cámara (X) en la que están dispuestos los rodillos de soporte (R), y en el interior de cada una de las boquillas (1), cada uno de los tubos (2) y la carcasa (4) están en un estado de presión positiva.
15. El aparato de medición de temperatura de superficie de la plancha de colada según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en donde un filtro óptico (51) que transmite solo la luz que tiene una longitud de onda más corta que  $0,9 \mu\text{m}$  está dispuesto entre una lente (13, 53) y un dispositivo de formación de imágenes (53) del medio de formación de imágenes (5).

Fig. 1A

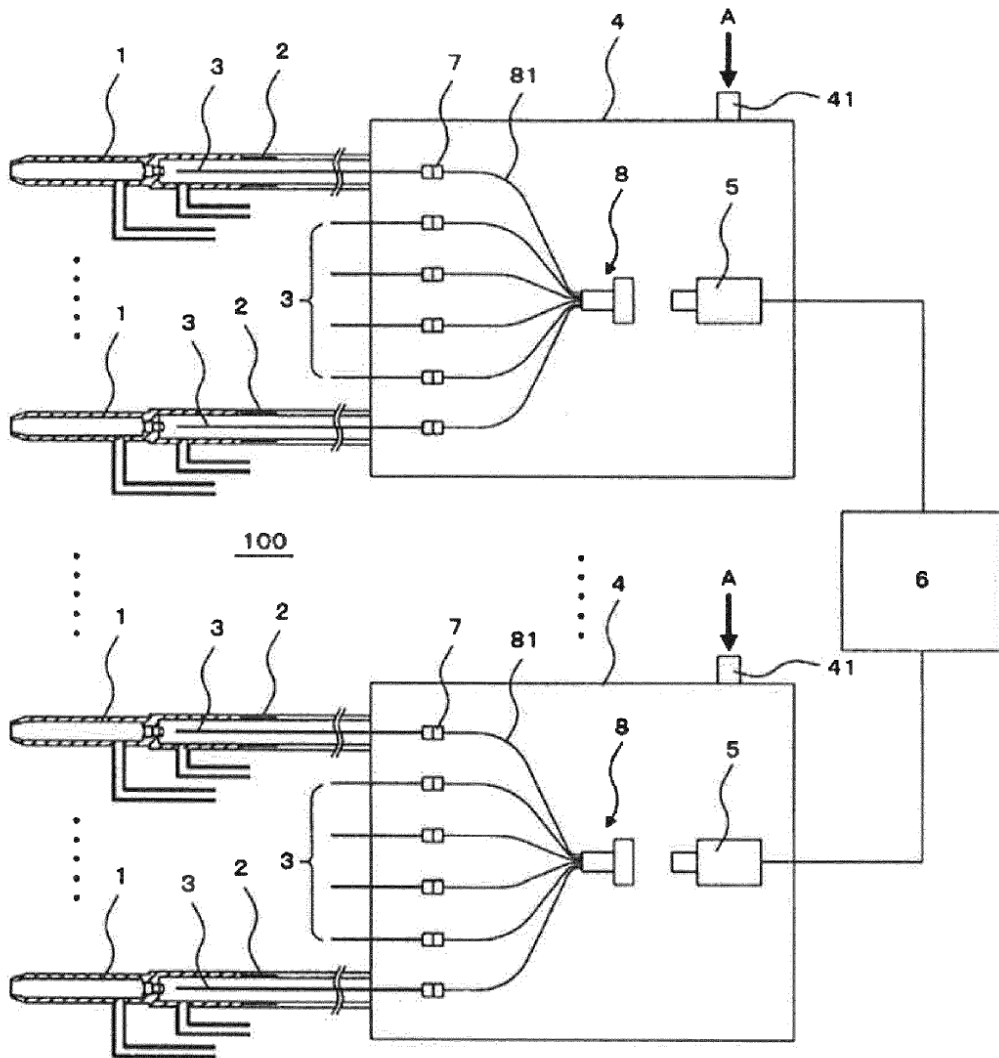


Fig. 1B

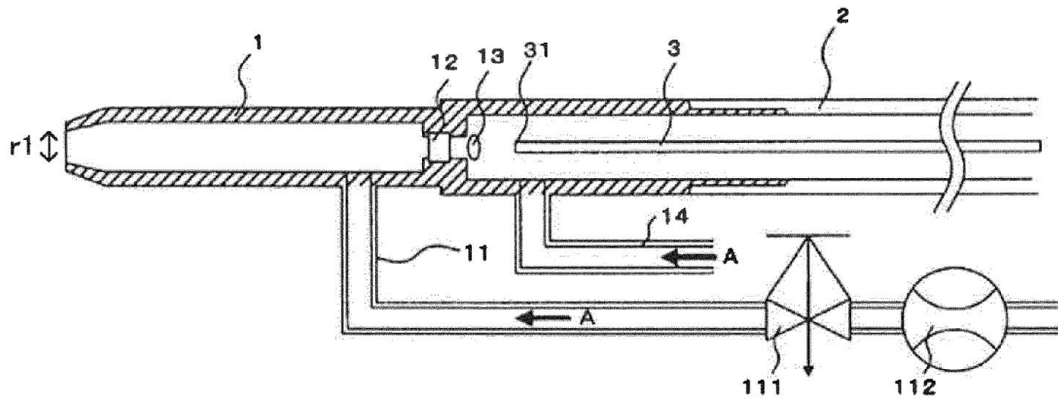


Fig. 2A

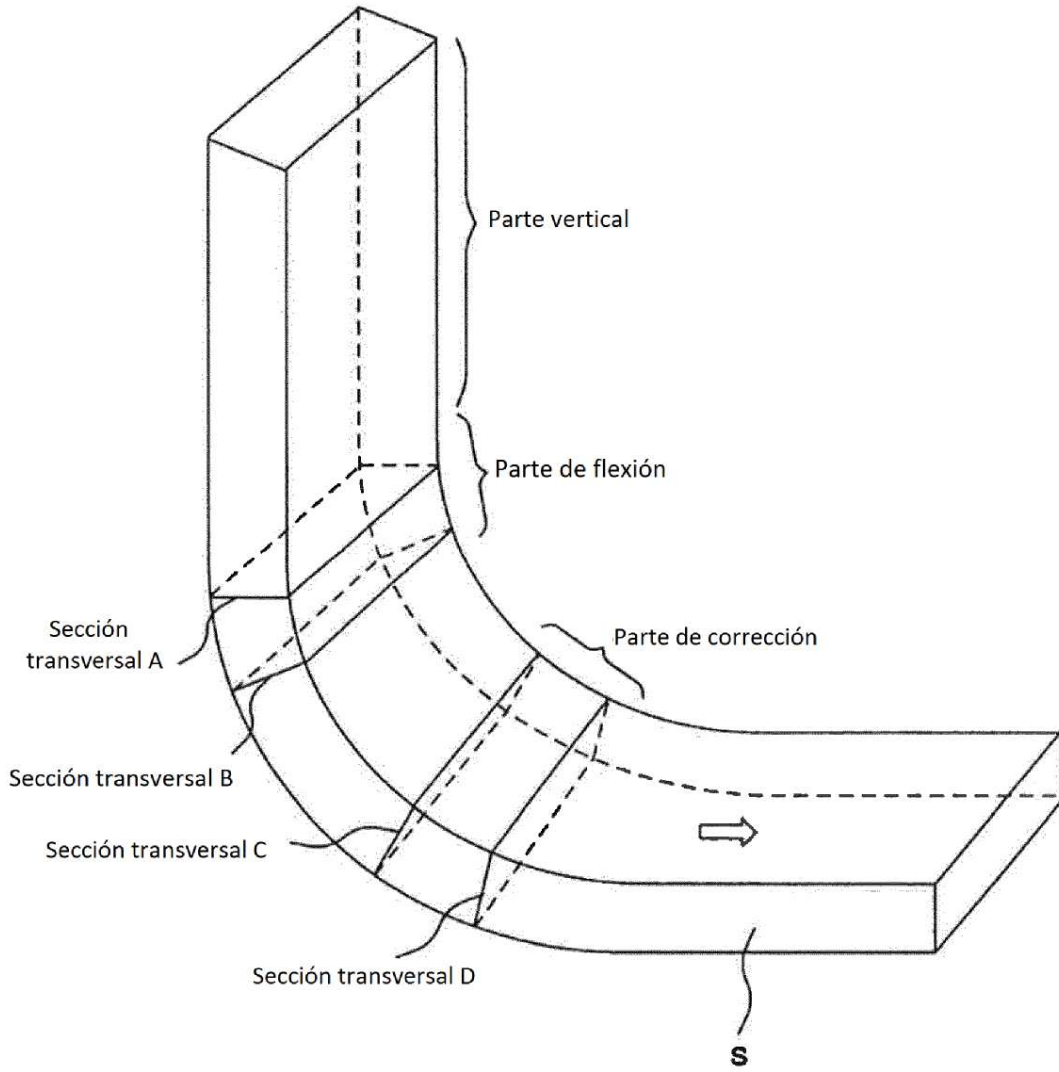


Fig. 2B

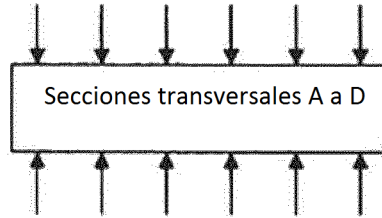


Fig. 2C

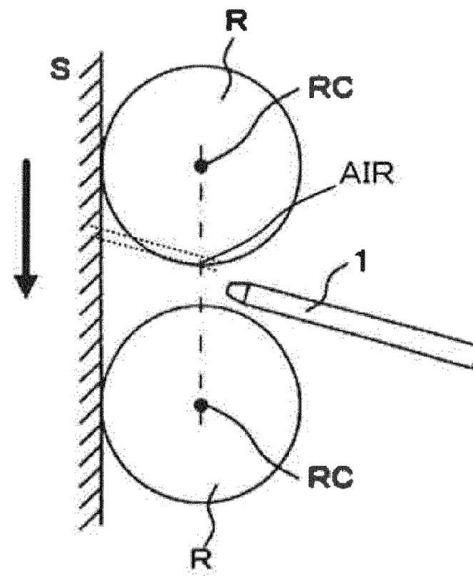


Fig. 3A

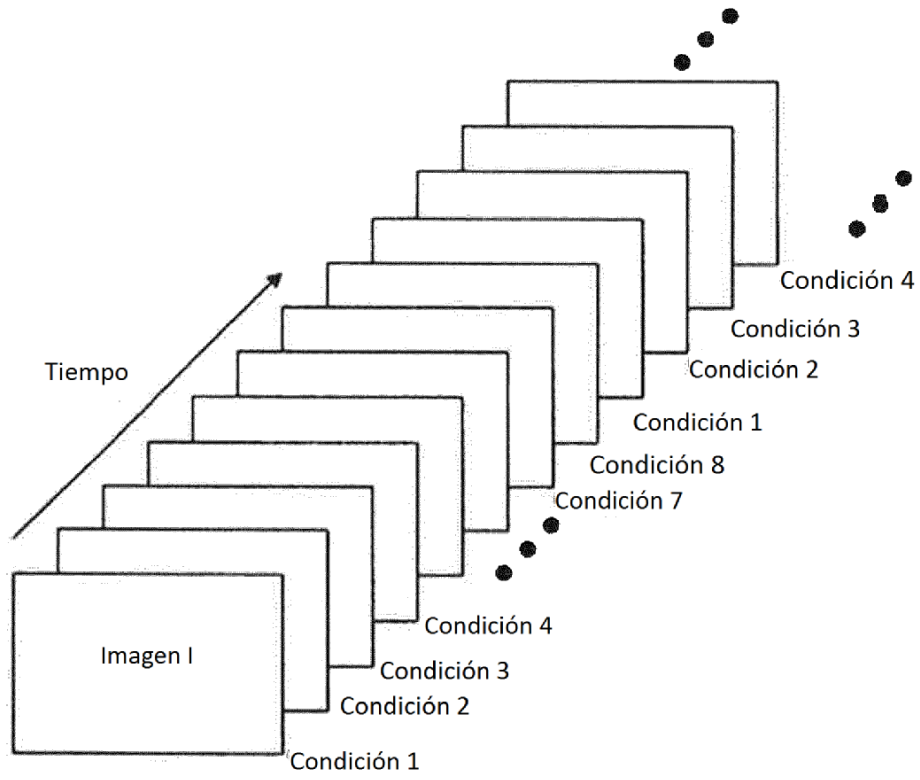


Fig. 3B

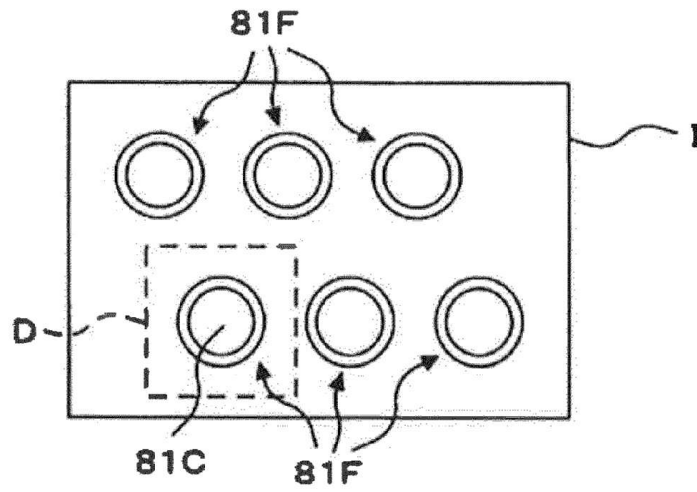




Fig. 3C

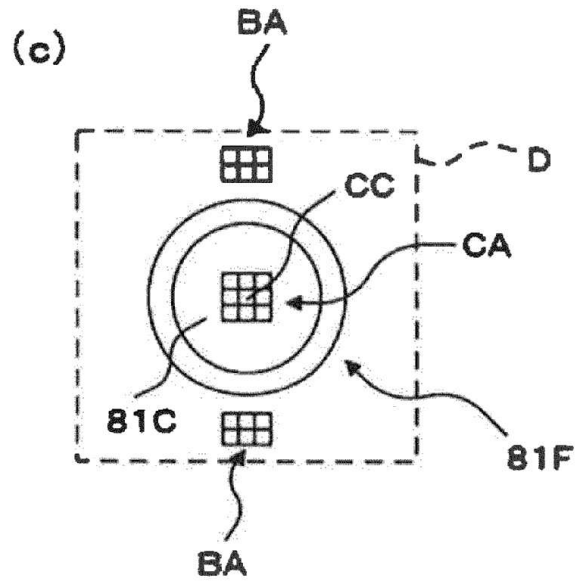


Fig. 4

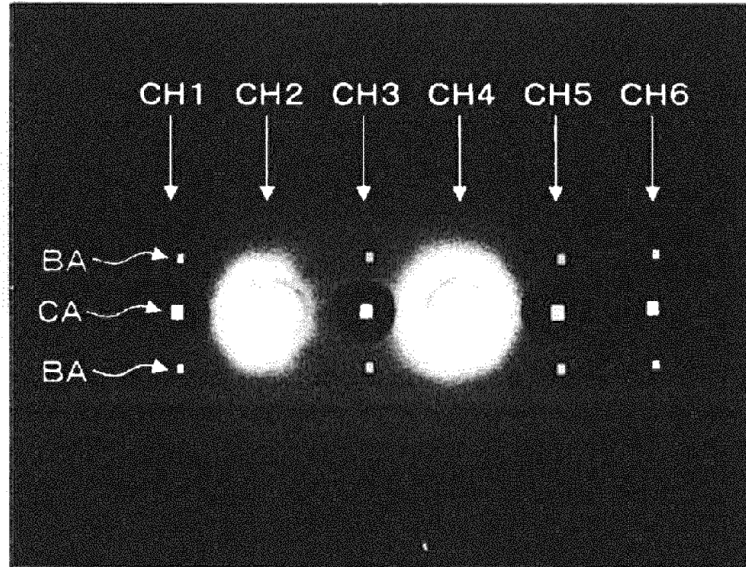


Fig. 5

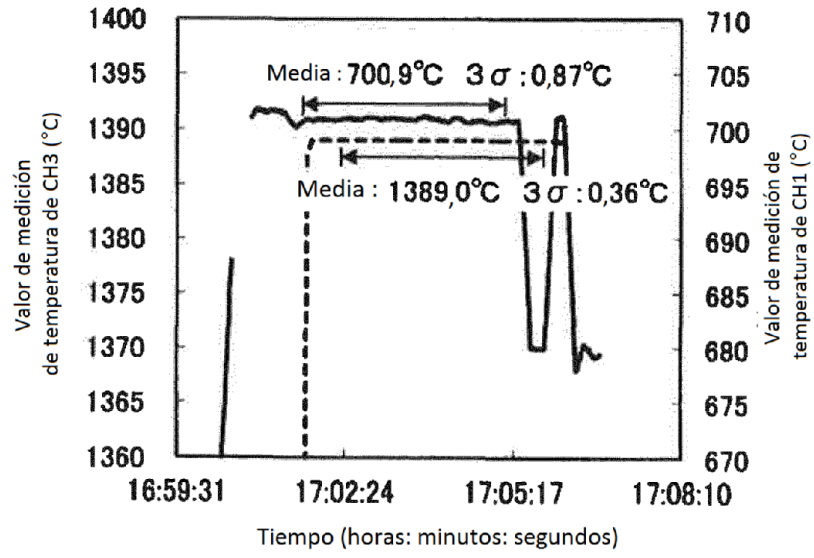


Fig. 6A

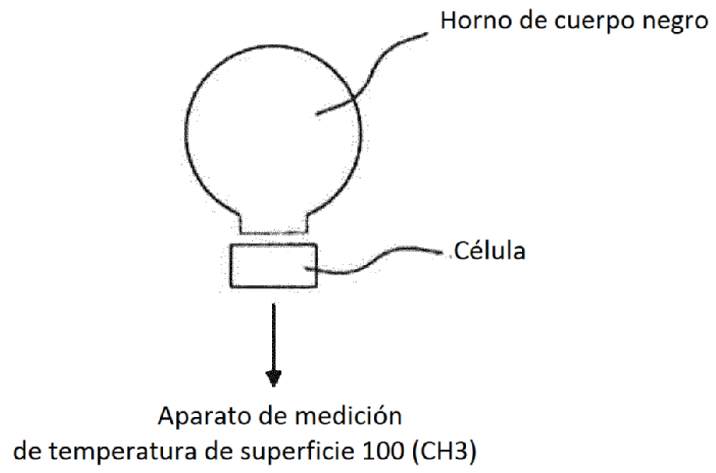


Fig. 6B

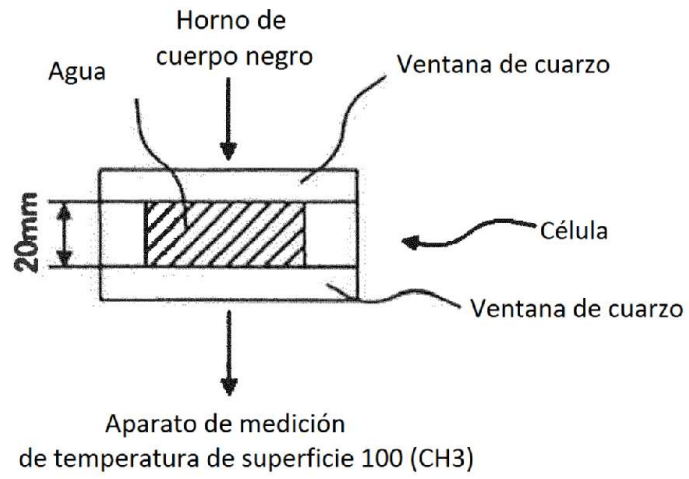


Fig. 6C

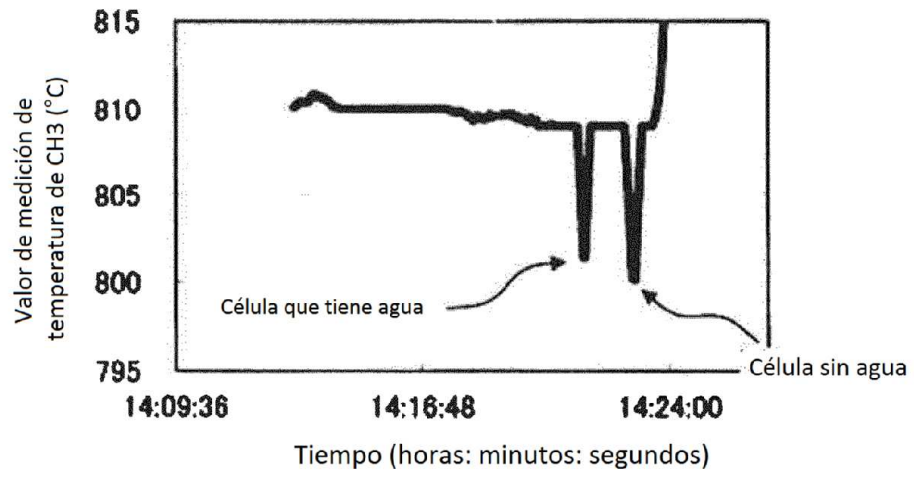


Fig. 7A

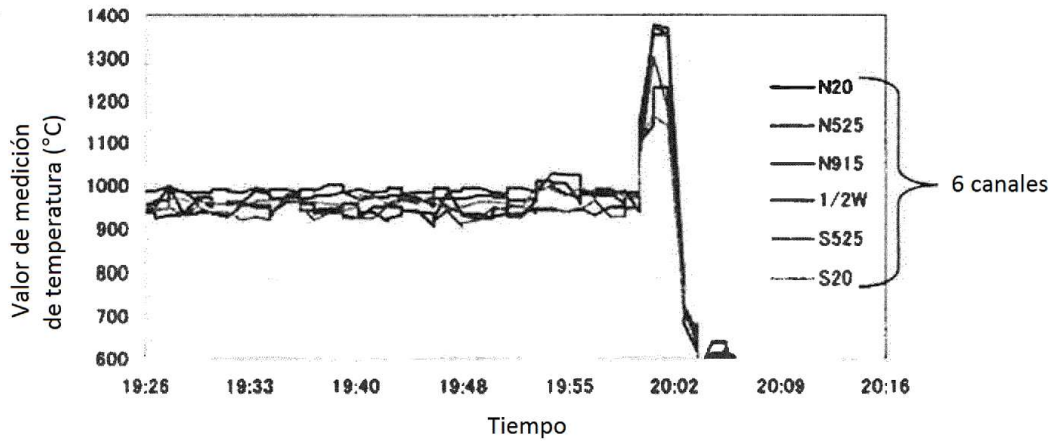


Fig. 7B

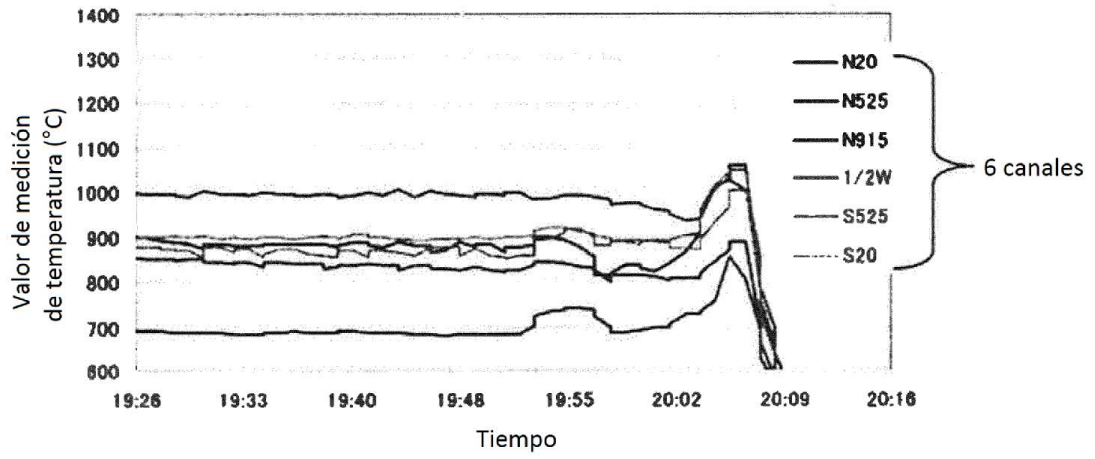




Fig. 8

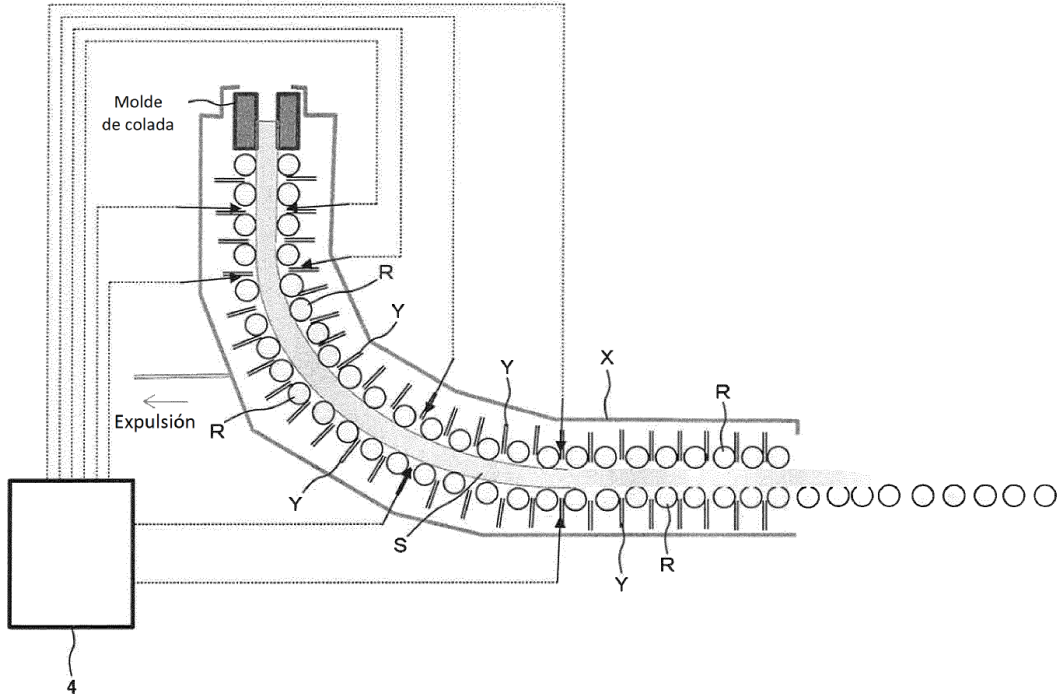


Fig. 9

