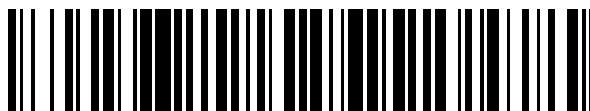


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 210**

51 Int. Cl.:

G01N 25/72 (2006.01)

G01K 1/08 (2006.01)

G01K 7/02 (2006.01)

G01K 1/12 (2006.01)

G01K 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2013** **PCT/JP2013/005956**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014** **WO14076871**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2013** **E 13855024 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019** **EP 2921849**

54 Título: **Aparato de detección de deterioro de tubo protector y método para el mismo**

30 Prioridad:

15.11.2012 JP 2012251008

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2020

73 Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (100.0%)
2-4, Wakinohama-Kaigandori 2-chome, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP

72 Inventor/es:

FUKUI, TOSHIHIDE;
MANABE, CHITAKA;
TAKAHASHI, EIJI;
YAMANE, YASUAKI y
TANAKA, YUSUKE

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 749 210 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de detección de deterioro de tubo protector y método para el mismo

5 **Antecedentes de la invención**

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a una técnica de diagnóstico de fallos para un termopar del tipo de tubo protector.

10 **2. Técnica anterior**

A menudo se ha utilizado un termopar como un termómetro para fines industriales. Se usan varios termopares según un rango de temperatura a medir, un estado de un lugar medido, la exactitud requerida y análogos.

15 El termopar también se usa para medición de temperatura en un horno de calentamiento y análogos. Cuando el termopar se usa durante un tiempo largo en tal atmósfera a alta temperatura y se repiten la subida y la bajada de temperatura, es probable que el termopar propiamente dicho se deteriore.

20 Por lo tanto, se ha propuesto una técnica para detectar y predecir fácilmente el deterioro del termopar. Por ejemplo, hay una técnica para suministrar una corriente eléctrica al termopar, medir la temperatura de una fuerza termoelectromotriz generada por el termopar, comparar un valor de resistencia correspondiente a la temperatura calculada a partir de una relación entre la temperatura almacenada con anterioridad y un valor de resistencia del termopar y un valor de resistencia del termopar medido a partir de una caída de voltaje al tiempo que la corriente eléctrica es suministrada al termopar, y detectar el deterioro del termopar (véase la Solicitud de Patente japonesa publicada número H8-313466). También hay una técnica para proporcionar un primer termopar cerca de un objetivo de medición y un segundo termopar que está en contacto estrecho con el primer termopar y más lejos del objetivo de medición que el primer termopar, comparar una salida del primer termopar y una salida del segundo termopar, y determinar, cuando una diferencia de salida entre ambos termopares excede de un valor predeterminado, que el primer termopar está deteriorado (véase la Solicitud de Patente japonesa publicada número H9-218107). Un documento de la técnica anterior que describe la detección de fallos por pérdida de contacto en termopares se conoce por "A Self-Validating Thermocouple" por Janice C.-Y. Yang y David W. Clarke en IEEE Trans. on control systems technology, Vol.5, número 2, marzo 1997, págs. 239-253.

35 En el amasado de un material que tiene una viscosidad alta, tal como caucho o plástico, la detección de un estado de amasado es importante. La temperatura de un objeto amasado se mide como un índice que indica el estado de amasado (un grado de amasado). Para tal medición de la temperatura del objeto amasado, a menudo se usa un termopar del tipo de tubo protector (un termopar con tubo protector). El termopar del tipo de tubo protector es un termómetro en el que un hilo de elemento de termopar está protegido de la atmósfera de un objetivo de medición, por ejemplo, por un tubo protector hecho de metal.

40 Dado que la temperatura del objeto amasado sirve como el índice que indica el grado de amasado de esta forma, cuando se produce desgaste, curvado, rotura o análogos en el tubo protector durante el amasado, hay que sustituir el tubo protector tan pronto como sea posible. También podría surgir el problema de que las piezas rotas debido a rotura o análogos se mezclan en un material amasado y afectan adversamente a un producto.

45 Para evitar que se produzca tal problema, es suficiente que sea posible confirmar que el tubo protector no está deteriorado. En otros términos, es suficiente que sea posible detectar el deterioro tal como desgaste o fractura del tubo protector tan pronto como sea posible y conocer apropiadamente el tiempo de sustitución del tubo protector.

50 Se conoce técnica anterior adicional según el preámbulo de la reivindicación 1 por el documento US 5 828 567 A.

Resumen de la invención

55 La presente invención es una invención ideada en vista de las circunstancias anteriores y un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de detección de deterioro de tubo protector y un método para el mismo que pueden detectar fácilmente el deterioro de un tubo protector de un termopar del tipo de tubo protector.

60 Según la invención, el objeto anterior se logra con un aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1 y un método de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 9. Otras características y modificaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

65 La figura 1 es un diagrama que representa la configuración de un aparato de detección de deterioro de tubo protector de una realización.

La figura 2 es una vista en sección de la porción de extremo distal de un termopar del tipo de tubo protector del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

5 La figura 3 es un diagrama de bloques funcionales de una unidad de detección de deterioro del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

La figura 4 es un diagrama que representa un ejemplo de la configuración y contenido de una tabla de condiciones de determinación del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

10 La figura 5 es un diagrama de flujo de procesamiento de detección de deterioro del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

15 La figura 6 es un diagrama para explicar un método del procesamiento de detección de deterioro del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

La figura 7 es un diagrama para explicar el método del procesamiento de detección de deterioro del aparato de detección de deterioro de tubo protector representado en la figura 1.

20 Y las figuras 8A a 8D son diagramas que representan variaciones de termopares del tipo de tubo protector con sensibilidad mejorada.

Modo de llevar a la práctica la invención

25 Una realización según la presente invención se explica a continuación en base a los dibujos. Los componentes indicados con los mismos números y signos de referencia en las figuras son los mismos componentes. La explicación de los componentes se omite cuando resulta apropiado.

<Realización>

30 En el amasado de un material que tiene viscosidad alta tal como caucho o plástico, la temperatura de un objeto amasado sirve como un índice que indica un estado de amasado (un grado de amasado). Por lo tanto, es deseable que un termómetro configurado para medir la temperatura del objeto amasado tenga alta exactitud y buena sensibilidad. Como un método de mejorar la exactitud de la medición de temperatura medida por un termopar del tipo de tubo protector y la sensibilidad, se considera que, si se reduce el volumen de un tubo protector, la capacidad de calor disminuye y la sensibilidad se mejora.

35 Sin embargo, cuando se reduce el volumen del tubo protector, por ejemplo, se reduce el grosor del tubo protector, la resistencia disminuye. Por lo tanto, es más probable que se produzca desgaste, curvado, rotura y análogos en el tubo protector durante el amasado. Puede surgir el problema de que los fragmentos rotos debido a rotura o análogos se mezclen en un material amasado y afecten adversamente a un producto.

40 Para seguir utilizando un termopar del tipo de tubo protector que tiene alta exactitud de medición de la temperatura de un objeto amasado y buena sensibilidad sin ocasionar tal problema, es suficiente que sea posible confirmar que el tubo protector no está deteriorado. En otros términos, es suficiente que sea posible detectar el deterioro, tal como desgaste o fractura, del tubo protector tan pronto como sea posible y conocer apropiadamente el tiempo de sustitución del tubo protector.

45 Un aparato de detección de deterioro de tubo protector según una realización es un aparato de detección de deterioro de tubo protector que detecta fácilmente un estado de deterioro de un tubo protector propiamente dicho de un termopar del tipo de tubo protector. Inspeccionando el termopar del tipo de tubo protector en el momento apropiado usando el aparato de detección de deterioro de tubo protector, es posible sustituir el termopar del tipo de tubo protector antes de que el deterioro avance o se produzca fractura o análogos. Por lo tanto, es posible utilizar el termopar del tipo de tubo protector con grosor reducido del tubo protector, mayor exactitud de la medición y mejor sensibilidad.

<Configuración>

50 La figura 1 es un diagrama que representa la configuración de un aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 según la realización. Un termopar del tipo de tubo protector 10 es un termopar del tipo de tubo protector (termopar con tubo protector) objetivo de inspección. El aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 incluye una fuente de alimentación 2, una unidad de detección de temperatura 3, una unidad de detección de deterioro 4, y un interruptor 5. Un termopar 11 del termopar del tipo de tubo protector 10 está configurado por un hilo de elemento 111 y un hilo de elemento 112, cada uno de los cuales está conectado a la unidad de detección de temperatura 3. La unidad de detección de temperatura 3 y la unidad de detección de deterioro 4 están conectadas de manera que puedan comunicar una con otra. La unidad de detección de deterioro 4 enciende y apaga el interruptor 5 y controla

la fuente de alimentación 2 para aplicar una corriente eléctrica que tiene el amperaje deseado al termopar 11 durante un tiempo deseado.

La fuente de alimentación 2 incluye, por ejemplo, un convertidor CC/CA configurado para convertir corriente alterna comercial a corriente continua y genera una corriente continua que tiene un amperaje designado por una unidad de aplicación de corriente explicada más adelante.

La figura 2 es una vista en sección de la porción de extremo distal del termopar del tipo de tubo protector 10. El termopar del tipo de tubo protector 10 incluye el termopar 11 y un tubo protector 12. Los hilos de elemento 111 y 112 que configuran el termopar 11 están insertados a través de una sección hueca 13 y unidos en la porción de extremo distal del tubo protector 12. El tubo protector 12 está formado, por ejemplo, de acero inoxidable. Se aplica recubrimiento de cromo o análogos al lado exterior de una sección cónica 14 en el extremo distal del grosor de, por ejemplo, aproximadamente 0,1 mm (milímetro). Obsérvese que la sección hueca 13 puede estar llena de un material aislante. Los hilos de elemento 111 y 112 pueden estar cubiertos con el material aislante.

En el termopar 11, un circuito cerrado está configurado uniendo ambos extremos del hilo de elemento 111 y el hilo de elemento 112, que son dos hilos metálicos de tipos diferentes. Cuando tiene lugar una diferencia de temperatura en un contacto de ambos extremos, se genera una fuerza termoelectromotriz en el circuito cerrado y fluye una corriente eléctrica al circuito cerrado.

La unidad de detección de temperatura 3 mide el voltaje de la fuerza termoelectromotriz generada en el circuito cerrado. La unidad de detección de temperatura 3 realiza un cálculo para convertir el voltaje medido a temperatura y calcula la temperatura usando una relación predeterminada entre la fuerza termoelectromotriz y la temperatura del termopar 11 almacenada en una memoria interna (no representada en la figura) con anterioridad.

Cuando el termopar del tipo de tubo protector 10 se usa como un termómetro, la porción de extremo distal del tubo protector 12 se inserta en un objeto amasado y se pone en contacto con el objeto amasado, por lo que se transmite calor al termopar 10. La unidad de detección de temperatura 3 mide la temperatura a partir del voltaje de la fuerza termoelectromotriz generada. Es decir, el termopar del tipo de tubo protector 10 y la unidad de detección de temperatura 3 funcionan como el termómetro. En este caso, la unidad de detección de temperatura 3 visualiza la temperatura calculada en un dispositivo de visualización predeterminado (no representado en la figura) conectado a la unidad de detección de temperatura 3.

La unidad de detección de deterioro 4 realiza la determinación con relación a si el tubo protector del termopar del tipo de tubo protector 10 está deteriorado. Específicamente, la unidad de detección de deterioro 4 detecta un grado de deterioro del tubo protector y determina si el grado de deterioro es de un rango permisible. Un diagrama de bloques funcionales de la unidad de detección de deterioro 4 se representa en la figura 3. La unidad de detección de deterioro 4 es, por ejemplo, un ordenador personal configurado para incluir un microprocesador, un circuito periférico del microprocesador, y análogos. La unidad de detección de deterioro 4 incluye funcionalmente una unidad de control de detección de deterioro 40, una unidad de operación 45, y una unidad de visualización 46.

La unidad de operación 45 es un dispositivo configurado para introducir una orden ordenando el inicio de procesamiento de detección de deterioro y varios datos necesarios para realizar el procesamiento de detección de deterioro a la unidad de detección de deterioro 4. La unidad de operación 45 es, por ejemplo, un teclado, un ratón o un panel táctil.

La unidad de visualización 46 es un dispositivo configurado para la visualización (salida) de un resultado del procesamiento de detección de deterioro. La unidad de visualización 46 puede enviar la orden y los datos introducidos desde la unidad de operación 45. La unidad de visualización 46 es un dispositivo de visualización tal como una pantalla CRT (tubo de rayos catódicos), un LCD (pantalla de cristal líquido), una pantalla orgánica de EL (electroluminiscencia), y una pantalla de plasma.

La unidad de control de detección de deterioro 40 incluye una unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41, una unidad de determinación de deterioro 42, una unidad de aplicación de corriente 44, y una unidad de almacenamiento de condición de determinación 43 y controla las respectivas unidades funcionales incluidas en la unidad de detección de deterioro 4 para realizar el procesamiento de detección de deterioro.

La unidad de aplicación de corriente 44 controla la fuente de alimentación 2 y enciende el interruptor 5 para aplicar una corriente eléctrica predeterminada al termopar 11 durante un tiempo predeterminado. Una cantidad de corriente a aplicar y un tiempo de la aplicación de corriente están almacenados en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43 como se explica a continuación.

La unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 adquiere la temperatura de la unidad de detección de temperatura 3 y calcula una cantidad de aumento de la temperatura. Específicamente, el tiempo para adquirir la temperatura de la unidad de detección de temperatura 3 es dos veces, es decir, antes y después de que la unidad de aplicación de corriente 44 aplique la corriente eléctrica al termopar 11.

La unidad de determinación de deterioro 42 compara la cantidad de aumento de temperatura calculada por la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 y un umbral almacenado en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43 y determina el deterioro del tubo protector 12.

La unidad de almacenamiento de condición de determinación 43 guarda, con anterioridad, datos usados cuando se realiza el procesamiento de detección de deterioro. En la figura 4 se representan un ejemplo de configuración y un ejemplo de contenido de una tabla de condiciones de determinación 430 almacenada por la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43. La tabla de condiciones de determinación 430 se almacena con anterioridad antes de realizar el procesamiento de detección de deterioro. La tabla de condiciones de determinación 430 está configurada por un elemento de corriente 431, un elemento de tiempo de aplicación 432 y un elemento umbral 433.

El elemento de corriente 431 indica una corriente eléctrica (unidad: amperio) aplicada al termopar del tipo de tubo protector 10 puesto como un objetivo de inspección.

El elemento de tiempo de aplicación 432 indica el tiempo (unidad: segundo) en que la corriente eléctrica indicada por el elemento de corriente 431 es aplicada al termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10.

El elemento umbral 433 indica un umbral (unidad: grado) de una cantidad de aumento de temperatura para determinar que el tubo protector 12 está deteriorado cuando la corriente eléctrica indicada por el elemento de corriente 431 es aplicada al termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 durante el tiempo indicado por el elemento de tiempo de aplicación 432. Una cantidad de aumento de temperatura obtenida cuando la corriente eléctrica indicada por el elemento de corriente 431 es aplicada al termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 durante el tiempo indicado por el elemento de tiempo de aplicación 432 excede del umbral indicado por el elemento umbral 433, se determina que el tubo protector 12 está deteriorado. Es decir, el umbral es un valor permisible de la cantidad de aumento de temperatura.

<Método de detección de deterioro>

Se explica un método de detectar el deterioro del tubo protector con el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1.

Cuando una corriente eléctrica fluye al termopar 11 del termopar del tipo de tubo protector 10, la temperatura de la porción de extremo distal del termómetro aumenta. Hay una correlación entre una cantidad del aumento de temperatura y una capacidad de calor del extremo distal, es decir, una cantidad de desgaste del tubo protector 12. Por lo tanto, la cantidad de desgaste (un grado de deterioro) del tubo protector 12 se puede estimar a partir de la cantidad de aumento de temperatura.

Cuando se aplica una corriente eléctrica al termopar 11 del termopar del tipo de tubo protector 10, el extremo distal del termopar 11 genera calor. El calor generado se difunde a la porción de extremo distal del termopar del tipo de tubo protector 10 y eleva la temperatura. La cantidad de desgaste del tubo protector 12 se determina en base a la cantidad del aumento de temperatura.

En primer lugar, se aplica una corriente predeterminada al termopar 11 del termopar del tipo de tubo protector 10 en el que el tubo protector 12 no está deteriorado (desgastado) durante un tiempo predeterminado, y se calcula una cantidad de aumento de temperatura. Un umbral para determinar el deterioro se determina a partir de la cantidad calculada de aumento de temperatura, y se almacena en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43.

Entonces, la corriente eléctrica predeterminada es aplicada al termopar 11 del termopar del tipo de tubo protector objetivo de medición 10 durante el tiempo predeterminado y se calcula una cantidad de aumento de temperatura de la misma manera que la aplicación al termopar del tipo de tubo protector 10 en que el tubo protector 12 no está deteriorado. La cantidad calculada de aumento de temperatura se compara con el umbral almacenado en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43, y se determina si el tubo protector 12 está deteriorado.

Una diferencia entre la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector objetivo de medición 10 y la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector 10 en el que el tubo protector 12 no está deteriorado indica una cantidad de disminución del volumen de la porción de extremo distal del tubo protector 12, es decir, un grado de deterioro (una cantidad de desgaste) del tubo protector 12. Si el tubo protector 12 es normal, es decir, el desgaste del tubo protector 12 es pequeño, la cantidad de aumento de temperatura es pequeña. Sin embargo, cuando aumenta el grado de deterioro, la cantidad de aumento de temperatura aumenta.

Por lo tanto, el grado de deterioro del tubo protector 12 del termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 se determina usando la diferencia entre las cantidades de aumento de temperatura que indican un grado de

deterioro permisible (cantidad de desgaste). Específicamente, cuando la diferencia entre la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 y la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector 10 en el que el tubo protector 12 no está deteriorado excede de dicha diferencia entre las cantidades de aumento de temperatura que indican el grado de deterioro permisible, se determina que el deterioro del tubo protector 12 del termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 es deterioro en un grado no permisible.

En las figuras 6 y 7 se muestra un resultado de un experimento realizado uniendo lámina de aluminio de un grosor de aproximadamente 0,12 mm (milímetro) a la porción de extremo distal del termopar del tipo de tubo protector 10 y simulando la presencia o ausencia de desgaste. La lámina de aluminio se supone que es un recubrimiento aplicado al lado exterior de la sección cónica 14 en el extremo distal del tubo protector 12. Es decir, cuando la lámina de aluminio no se une, se muestra un estado en el que el recubrimiento se desprende y el tubo protector 12 está desgastado.

La figura 6 es un gráfico de un resultado de medición de temperatura obtenido cuando se aplica una corriente eléctrica de 1 A a un termopar del tipo de tubo protector no provisto de la lámina de aluminio. En la figura 6, la abscisa indica un tiempo de aplicación mostrado en unidades de minuto y la ordenada indica la temperatura representada en unidades de grado (°C). La temperatura en la ordenada es la temperatura medida por la unidad de detección de temperatura 3.

Por ejemplo, cuando se aplicó la corriente eléctrica de 1 A al termopar del tipo de tubo protector durante 2 segundos, se midieron aproximadamente 31 grados (véase la flecha 10). Cuando la corriente eléctrica de 1 A se aplicó durante 5,5 segundos, se midieron aproximadamente 31,5 grados (véase la flecha 11). La misma medición de temperatura se realiza con respecto a un termopar del tipo de tubo protector al que se ha unido una lámina de aluminio.

La figura 7 es un gráfico para explicar un cambio en una cantidad de aumento de temperatura obtenido cuando la corriente eléctrica de 1 A es aplicada al termopar del tipo de tubo protector. En la figura 7, la abscisa indica un tiempo de aplicación representado en unidades de segundo y la ordenada indica un cambio de temperatura (una cantidad de aumento de temperatura) representado en unidades de grado (°C). La cantidad de cambio de temperatura en la ordenada es una cantidad de cambio de temperatura obtenida cuando se aplica una corriente eléctrica durante segundos como indica la abscisa. Un gráfico $\alpha 1$ es un gráfico que indica una transición de una cantidad de aumento de temperatura obtenido cuando la corriente eléctrica de 1 A es aplicada al termopar del tipo de tubo protector provisto de la lámina de aluminio. Un gráfico $\alpha 2$ es un gráfico que indica una transición de una cantidad de aumento de temperatura obtenido cuando la corriente eléctrica 1 A es aplicada al termopar del tipo de tubo protector del que se ha quitado la lámina de aluminio. Los gráficos indicados con líneas de puntos son respectivamente curvas aproximadas lineales del gráfico $\alpha 1$ y del gráfico $\alpha 2$.

Por ejemplo, cuando la temperatura medida cuando la corriente eléctrica de 1 A es aplicada durante 2 segundos es de 31 grados (véase la flecha 10 en la figura 6) y la temperatura medida por la unidad de detección de temperatura 3 antes de la aplicación de corriente eléctrica es de 30,5 grados, un cambio de 0,5 grado en la cantidad de temperatura es una cantidad de aumento de temperatura (véase la flecha 20 en la figura 7).

En la figura 7, cuando la corriente eléctrica de 1 A es alimentada durante 10 segundos, en el termopar del tipo de tubo protector del que se ha quitado la lámina de aluminio, se observa un cambio en la cantidad de aumento de temperatura de aproximadamente 0,2 grado en comparación con el termopar del tipo de tubo protector unido a la lámina de aluminio (véase la flecha 21). Específicamente, el cambio de temperatura (la ordenada) al tiempo en que el tiempo de aplicación (la abscisa) en el gráfico $\alpha 1$ es 10 segundos, es de aproximadamente 1,0 grado. El cambio de temperatura (la ordenada) al tiempo en que el tiempo de aplicación (la abscisa) en el gráfico $\alpha 2$ es 10 segundos, es aproximadamente 1,25 grados. El gráfico $\alpha 1$ es un gráfico que indica una transición de la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector unido a la lámina de aluminio. El gráfico $\alpha 2$ es un gráfico que indica una transición de la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector del que se ha quitado la lámina de aluminio. Por lo tanto, la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector del que se ha quitado la lámina de aluminio es aproximadamente 0,2 grado más alta que la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector unido a la lámina de aluminio.

Dado que la lámina de aluminio se compara con el recubrimiento, el termopar del tipo de tubo protector del que se ha quitado la lámina de aluminio se puede considerar un termopar del tipo de tubo protector desgastado una cantidad equivalente al grosor de la lámina de aluminio, es decir, en el que el recubrimiento de grosor de aproximadamente 0,1 mm se ha desgastado (desprendido). Por lo tanto, la cantidad de aumento de temperatura es 0,2 grado más alta en el termopar del tipo de tubo protector en el que el recubrimiento se ha desgastado.

Por ejemplo, cuando se detecta deterioro de un tubo protector de un termopar del tipo de tubo protector, cuyo grosor de desgaste permisible es 0,1 mm y que mide la temperatura de un objeto amasado, en una etapa en la que el objeto amasado es descargado (porque, durante el amasado, la temperatura cambia según la presencia o ausencia de contacto de un objetivo de amasado y el termómetro), el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 aplica la corriente eléctrica de 1 A al termopar del tipo de tubo protector durante 10 segundos y mide una cantidad

de aumento de temperatura. Cuando la cantidad de aumento de temperatura es comparada con una cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector en un estado inicial, que es un estado en el que el termopar del tipo de tubo protector no está deteriorado, si la diferencia es igual o mayor de 0,2 grado, el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 determina que la cantidad de desgaste es 0,1 mm. Se sustituye el termopar del tipo de tubo protector (el termómetro). Por ejemplo, cuando la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector en el estado inicial es "1,0" grado, si la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección excede de "1,2" grados obtenidos añadiendo "0,2" grado a 1,0 grado, se sustituye el termopar del tipo de tubo protector.

En este caso, la tabla de condiciones de determinación 430 en la que "1" amperio se pone como el elemento de corriente 431, "10" segundos se pone como el elemento de tiempo de aplicación 432, y "1,2" grados se pone como el elemento umbral 433, está almacenada en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43.

El proceso para medir la cantidad de aumento de temperatura puede realizarse varias veces más bien que solamente una vez para hacer una estimación del grado de deterioro.

Además de establecer la cantidad de aumento de temperatura del termopar del tipo de tubo protector como el umbral como se ha explicado anteriormente, pueden usarse las oscilaciones de las curvas aproximadas lineales de los gráficos $\alpha 1$ y $\alpha 2$ indicadas con la línea de puntos en la figura 7. Por ejemplo, en la figura 7, la curva aproximada lineal del gráfico $\alpha 1$ del termopar del tipo de tubo protector provisto de la lámina de aluminio se indica con $y=0,1004x$. La curva aproximada lineal del gráfico $\alpha 2$ del termopar del tipo de tubo protector del que la lámina de aluminio se ha separado, se indica con $y=0,1333x$. Es decir, la inclinación de la curva aproximada lineal es mayor en el gráfico $\alpha 2$ que el gráfico $\alpha 1$. Es decir, la inclinación del gráfico del termopar del tipo de tubo protector en el que el tubo protector está deteriorado, es grande en comparación con la inclinación del gráfico del termopar del tipo de tubo protector en el que el tubo protector no está deteriorado. Por lo tanto, cuando la inclinación de la curva aproximada lineal se pone como el umbral y, por ejemplo, cuando la inclinación excede de "0,1333", puede determinarse que el tubo protector está deteriorado.

<Operación>

La operación del aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 se explica con referencia a la figura 5. La figura 5 es un diagrama de flujo del procesamiento de detección de deterioro por el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1.

En primer lugar, el usuario conecta el termopar del tipo de tubo protector objetivo de inspección 10 al aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 y opera la unidad de operación 45 de la unidad de detección de deterioro 4 para introducir una orden ordenando el inicio del procesamiento de detección de deterioro. Obsérvese que se supone que la tabla de condiciones de determinación 430 (véase la figura 4) se ha almacenado con anterioridad en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43.

La unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41, que detecta mediante la unidad de control de detección de deterioro 40 que la unidad de operación 45 es operada y que la orden ha sido introducida, ordena a la unidad de detección de temperatura 3 que realice la medición de temperatura.

La unidad de detección de temperatura 3, que recibe la instrucción, mide la temperatura del termopar del tipo de tubo protector 10 y pasa la temperatura medida a la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 (paso S10). La unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41, a la que se pasa la temperatura, guarda la temperatura pasada en una zona de trabajo como temperatura antes de la aplicación de corriente.

Posteriormente, la unidad de aplicación de corriente 44 consulta la tabla de condiciones de determinación 430 almacenada en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43 y lee el valor "1" de la corriente eléctrica que tiene el amperaje establecido como el elemento de corriente 431 y el tiempo "10" establecido como el elemento de tiempo de aplicación 432. La unidad de aplicación de corriente 44 enciende el interruptor 5 y controla la fuente de alimentación 2 para aplicar la corriente eléctrica de "1" amperio al termopar 11 durante "10" segundos (paso S11).

Después de la aplicación de la corriente eléctrica al termopar 11, la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 ordena a la unidad de detección de temperatura 3 que realice la medición de temperatura.

La unidad de detección de temperatura 3, que recibe la instrucción, mide la temperatura del termopar del tipo de tubo protector 10 y pasa la temperatura medida a la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 (paso S12). La unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41, a la que se pasa la temperatura, calcula, como cantidad de aumento de temperatura, la diferencia entre la temperatura pasada y la temperatura antes de la aplicación de corriente almacenada en la zona de trabajo (paso S13). La unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 pasa la cantidad calculada de aumento de temperatura a la unidad de determinación de deterioro 42.

La unidad de determinación de deterioro 42, a la que se pasa la cantidad de aumento de temperatura desde la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41, lee el umbral "1,2" grados puesto como el elemento umbral 433 de la tabla de condiciones de determinación 430 de la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43. La unidad de determinación de deterioro 42 compara la cantidad de aumento de temperatura pasada de la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura 41 y el umbral. Cuando la cantidad de aumento de temperatura es mayor que el umbral, la unidad de determinación de deterioro 42 determina que el tubo protector 12 del termopar del tipo de tubo protector 10 está deteriorado (paso S14: SÍ), hace, mediante la unidad de control de detección de deterioro 40, que la unidad de visualización 46 visualice el hecho de que el tubo protector 12 está deteriorado (paso S15), y finaliza el procesamiento. Por otra parte, cuando la cantidad de aumento de temperatura es igual o menor que el umbral, la unidad de determinación de deterioro 42 determina que el grado de deterioro del tubo protector 12 del termopar del tipo de tubo protector 10 es de un rango permisible (paso S14: NO), hace, mediante la unidad de control de detección de deterioro 40, que la unidad de visualización 46 visualice el hecho de que el tubo protector 12 no está deteriorado (paso S16), y finaliza el procesamiento.

Dado que un grado de deterioro del tubo protector 12 puede ser fácilmente determinado de esta forma, es posible conocer el tiempo exacto de sustitución del termómetro. Es decir, dado que el termómetro puede ser sustituido en un tiempo apropiado, se elimina el efecto adverso en el procesamiento del contenido de un proceso de fabricación y un proceso debido a fractura.

<Variaciones de termopares del tipo de tubo protector>

Como se ha explicado anteriormente, el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 hace posible realizar fácilmente la detección de deterioro del tubo protector. Por lo tanto, es posible inspeccionar frecuentemente el grado de deterioro debido a un estado de, por ejemplo, exfoliación del recubrimiento del tubo protector del termopar del tipo de tubo protector. Es decir, es posible hacer fácilmente una estimación, en un tiempo apropiado, de la duración del funcionamiento del termopar del tipo de tubo protector como un termómetro. Por lo tanto, es posible sustituir el termopar del tipo de tubo protector en un tiempo apropiado. Por lo tanto, es posible adoptar un tubo protector que tiene un pequeño volumen (un grosor pequeño), que es altamente probable que se desgaste o fracture y que en el pasado era difícil usar en la práctica. Como resultado, es posible realizar un termómetro de excelente sensibilidad.

En las figuras 8A a 8D se representan variaciones de termopares del tipo de tubo protector. En las figuras 8A a 8D se muestran vistas en sección de las porciones de extremo distal de los termopares del tipo de tubo protector. La figura 8A representa la forma de la porción de extremo distal de un termopar del tipo de tubo protector en el pasado. Las figuras 8B, 8C y 8D muestran ejemplos de las formas de las porciones de extremo distal de termopares del tipo de tubo protector que logran temperaturas de excelente sensibilidad.

En los termopares del tipo de tubo protector representados en las figuras 8B, 8C y 8D, el volumen del tubo protector 12 es pequeño en comparación con el termopar del tipo de tubo protector del pasado representado en la figura 8A. Por lo tanto, la capacidad de calor del tubo protector disminuye y se puede lograr un termómetro con buena sensibilidad.

Específicamente, una sección hueca 13b del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8B se expande más a la porción de extremo distal en comparación con una sección hueca 13a del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8A (véase la flecha 81). Por lo tanto, el volumen de un tubo protector 12b alrededor del extremo distal (una sección de unión) de un termopar, que genera calor, es pequeño en comparación con un tubo protector 12a del pasado.

Un tubo protector 12c del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8C es fino en comparación con el tubo protector 12a del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8A. Como resultado, el grosor del tubo protector 12c disminuye (véase la flecha 82) y una sección hueca 13c está separada del extremo distal. Por lo tanto, el grosor del tubo protector 12c en la porción de extremo distal es pequeño en comparación con el tubo protector 12a del pasado. El grosor alrededor del extremo distal del termopar es pequeño y el calor se transmite fácilmente.

Un tubo protector 12d del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8D tiene el mismo grosor que el tubo protector 12a del termopar del tipo de tubo protector representado en la figura 8A. Sin embargo, el grosor del tubo protector 12d es pequeño. Es decir, una sección hueca 13d es más ancha que la sección hueca 13a del pasado y está inclinada de tal manera que el grosor del tubo protector 12d disminuye en la porción de extremo distal. Por lo tanto, el volumen del tubo protector 12d en la porción de extremo distal es pequeño en comparación con el tubo protector 12a del pasado.

Reduciendo el volumen del tubo protector 12 como se representa en las figuras 8B a 8D, cuando el aparato de detección de deterioro de tubo protector 1 detecta deterioro del tubo protector, puede realizar una inspección más exacta de cantidad de desgaste. Esto es debido a que, cuando se aplica la misma corriente eléctrica durante el mismo tiempo a dos termopares respectivos del tipo de tubo protector que tienen diferentes volúmenes del tubo

protector 12, el termopar del tipo de tubo protector que tiene un menor volumen del tubo protector 12 tiene una mayor cantidad de aumento de temperatura. Por ejemplo, se supone que los termopares del tipo de tubo protector en los que las cantidades de desgaste del tubo protector 12 que tienen un volumen grande y el tubo protector 12 que tiene un volumen pequeño son los mismos. Cuando se calcula la diferencia entre las cantidades de aumento de temperatura de los respectivos termopares del tipo de tubo protector en los que los tubos protectores 12 están desgastados, y la diferencia entre las cantidades de aumento de temperatura de los tubos protectores no desgastados 12 de los respectivos termopares del tipo de tubo protector, la diferencia es mayor en el tubo protector 12 que tiene el volumen pequeño. Por lo tanto, cuando las cantidades de aumento de las temperaturas se miden de la misma manera, puede detectarse una cantidad de desgaste más exacta cuando el volumen del tubo protector 12 es más pequeño.

En esta realización, el elemento umbral 433 está almacenado con anterioridad en la unidad de almacenamiento de condición de determinación 43. Cuando el aumento de temperatura es mayor que el umbral, se determina que el tubo protector está deteriorado. Se visualiza el hecho de que el tubo protector está deteriorado. Sin embargo, incluso cuando la cantidad de aumento de temperatura es igual o menor que el umbral, el grado de deterioro puede determinarse según la diferencia entre la cantidad de aumento de temperatura y el umbral. El grado de deterioro es, por ejemplo, "grado de deterioro de 50%" y "grado de deterioro de 10%". Se puede presentar un mensaje correspondiente al grado de deterioro. El mensaje es, por ejemplo, "El tiempo de sustitución está próximo" y "Por favor, realice inspecciones frecuentes".

En la realización, la temperatura del termopar es detectada antes de empezar la aplicación de la corriente eléctrica al termopar del tipo de tubo protector y después de la aplicación de la corriente eléctrica durante el tiempo predeterminado. Sin embargo, la temperatura puede ser detectada durante la aplicación de la corriente eléctrica y detectada de nuevo un tiempo predeterminado después del punto de la detección.

En la realización, el termopar del tipo de tubo protector se ha explicado como ejemplo. Sin embargo, para un termopar provisto de algún tipo de cubierta para proteger un hilo de elemento, tal como un termopar de envuelta, el aparato de detección de deterioro de tubo protector de esta realización puede realizar la detección del deterioro.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de detección de deterioro de tubo protector para detectar el deterioro de un tubo protector (12) dispuesto en un termopar (11),

teniendo el tubo protector (12) una sección cónica en su extremo distal, a la que se aplica recubrimiento para formar una capa de recubrimiento con un grosor predeterminado, formando dicho tubo protector un objetivo de medición, incluyendo dicho aparato de detección de deterioro de tubo protector:

una unidad de aplicación de corriente (44) configurada para aplicar una corriente eléctrica al termopar (11),

una unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura configurada para hacer, cuando se introduce una orden ordenando el inicio de un procesamiento de detección de deterioro de tubo protector, que la unidad de aplicación de corriente (44) aplique una corriente eléctrica predeterminada al termopar (11) durante un tiempo predeterminado y que calcule una cantidad de aumento de temperatura del termopar (11) durante dicho tiempo predeterminado; **caracterizado por**

una unidad de determinación de deterioro de tubo protector (4) configurada para determinar una cantidad de desgaste del objetivo de medición usando una diferencia entre una cantidad de aumento de temperatura del termopar del objetivo de medición y una cantidad de aumento de temperatura de un termopar de un tubo protector que no está deteriorado.

2. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1, incluyendo además una unidad de detección de temperatura (3) configurada para detectar la temperatura a partir de una fuerza termoelectromotriz generada por el termopar (11), donde

la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura hace que la unidad de detección de temperatura (3) detecte las temperaturas antes y después de la aplicación de la corriente eléctrica al termopar (11) y calcule la cantidad de aumento de temperatura en base a las temperaturas detectadas.

3. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1, incluyendo además una unidad de detección de temperatura (3) configurada para detectar la temperatura a partir de una fuerza termoelectromotriz generada por el termopar (11), donde

la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura hace, después de hacer que la unidad de aplicación de corriente (44) inicie la aplicación de la corriente eléctrica al termopar (11), que la unidad de detección de temperatura (3) detecte la temperatura, hace, cuando transcurre un tiempo predeterminado después de la detección, que la unidad de detección de temperatura (3) detecte la temperatura de nuevo, y calcula la cantidad de aumento de temperatura en base a las respectivas temperaturas detectadas.

4. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1, incluyendo además una unidad de detección de temperatura (3) configurada para detectar la temperatura a partir de una fuerza termoelectromotriz generada por el termopar (11), donde

la unidad de cálculo de cantidad de aumento de temperatura hace, después de hacer que la unidad de aplicación de corriente (44) inicie la aplicación de la corriente eléctrica al termopar (11), que la unidad de detección de temperatura (3) detecte la temperatura del termopar una pluralidad de veces y calcule una relación de aumento de temperatura del termopar (11) como la cantidad de aumento de temperatura de una pluralidad de las temperaturas detectadas.

5. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, donde la cantidad de aumento de temperatura del objetivo de medición es comparada con un umbral predeterminado, y el umbral predeterminado es un valor permisible de la cantidad de aumento de temperatura calculada en base a la cantidad de aumento de temperatura obtenida cuando la corriente eléctrica predeterminada es aplicada durante el tiempo predeterminado al termopar (11) del tubo protector que no está deteriorado.

6. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1 o 2, incluyendo además:

un interruptor (5) conectado entre un hilo de elemento (111) del termopar (11) y la unidad de aplicación de corriente (44); y

la unidad de aplicación de corriente configurada para encender el interruptor (5) durante el tiempo predeterminado.

7. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 6, incluyendo además una unidad de almacenamiento de condición de determinación (43) configurada para almacenar una tabla de condiciones de determinación en la que la corriente predeterminada, el tiempo predeterminado y el umbral predeterminado están asociados uno con otro, donde

la unidad de aplicación de corriente determina el tiempo predeterminado, la corriente predeterminada y el umbral predeterminado con referencia a la tabla de condiciones de determinación.

- 5 8. El aparato de detección de deterioro de tubo protector según la reivindicación 1, incluyendo además una unidad de visualización, donde

la unidad de determinación de deterioro (4) hace que la unidad de visualización (46) visualice la cantidad de desgaste.

- 10 9. Un método de detección de deterioro de tubo protector para detectar el deterioro de un tubo protector dispuesto en un termopar, **caracterizado porque:**

- 15 el tubo protector tiene una sección cónica en su extremo distal, a la que se aplica recubrimiento para formar una capa de recubrimiento con un grosor predeterminado, formando dicho tubo protector un objetivo de medición y

- 20 un paso de cálculo de cantidad de aumento de temperatura que consiste en aplicar una corriente eléctrica predeterminada al termopar durante un tiempo predeterminado y calcular una cantidad de aumento de temperatura del termopar durante dicho tiempo predeterminado cuando se introduce una orden ordenando el inicio de un procesamiento de detección de deterioro de tubo protector; y

- 25 un paso de determinación de deterioro de tubo protector que consiste en determinar una cantidad de desgaste del objetivo de medición usando una diferencia entre una cantidad de aumento de temperatura del termopar del objetivo de medición y una cantidad de aumento de temperatura de un termopar de un tubo protector que no está deteriorado.

FIG. 1

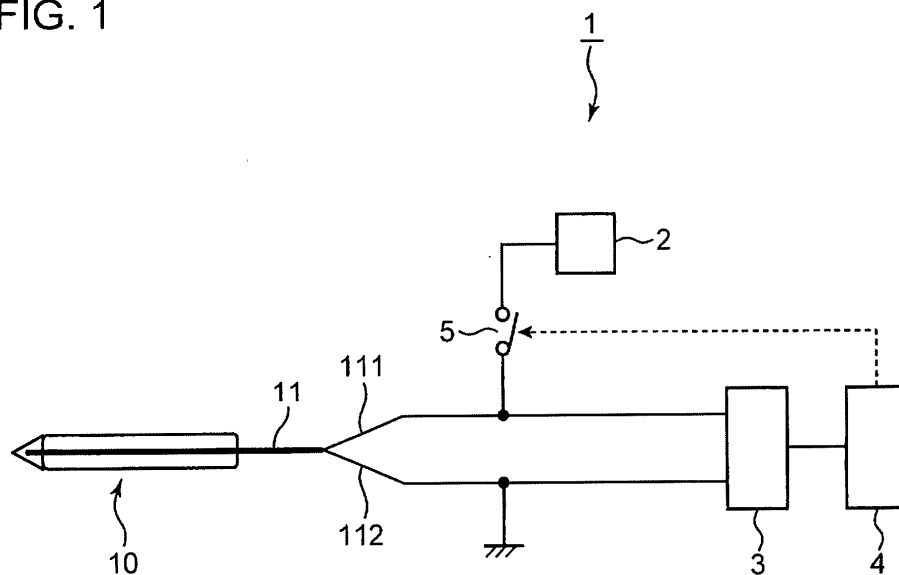


FIG. 2

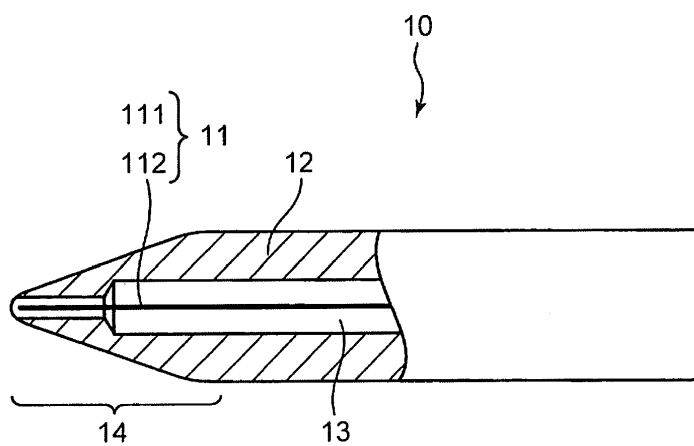


FIG. 3

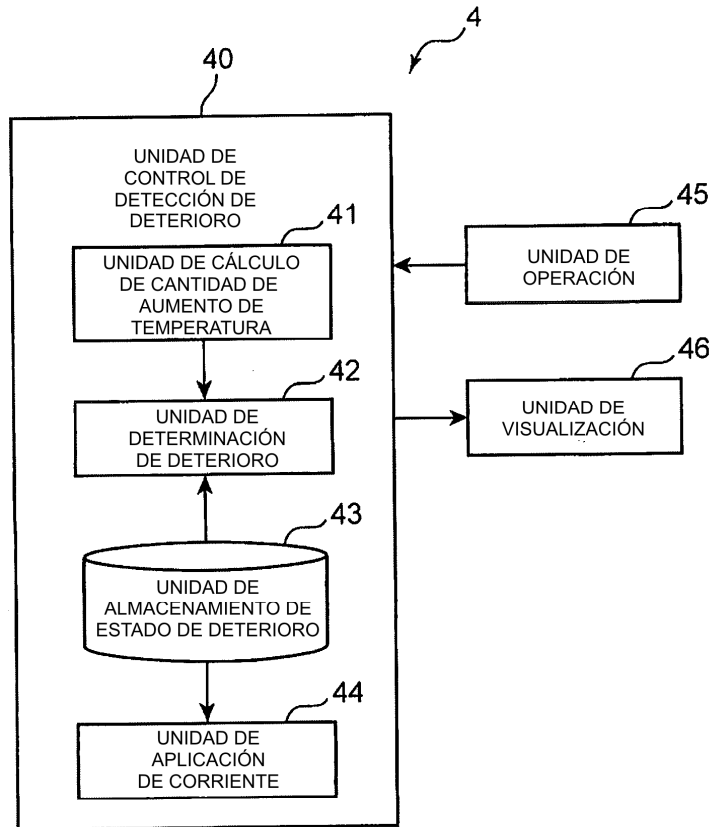


FIG. 4

430

431 CORRIENTE (A)	432 TIEMPO DE APLICACIÓN (SEGUNDOS)	433 UMBRAL (GRADOS)
1.0	10	1.2

FIG. 5

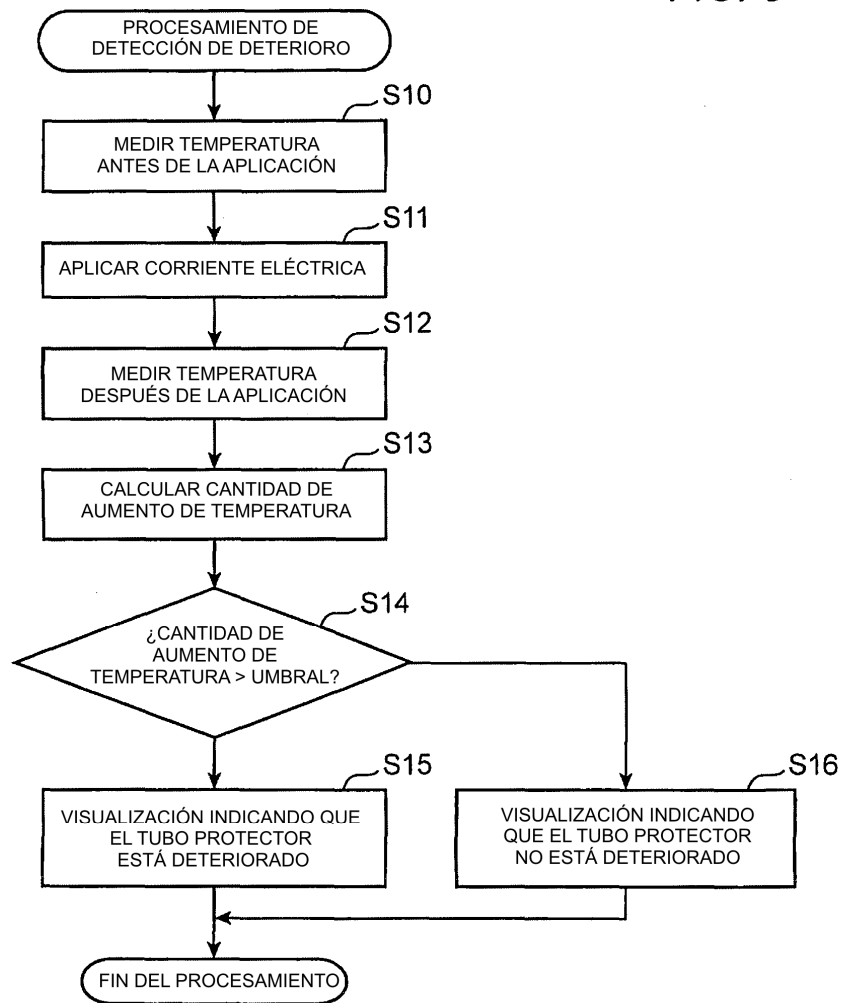


FIG. 6

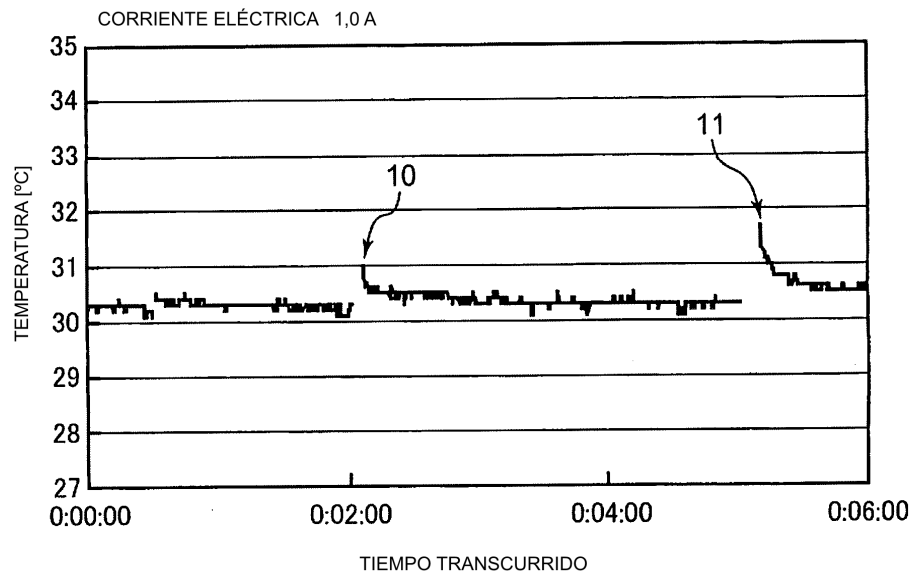


FIG. 7

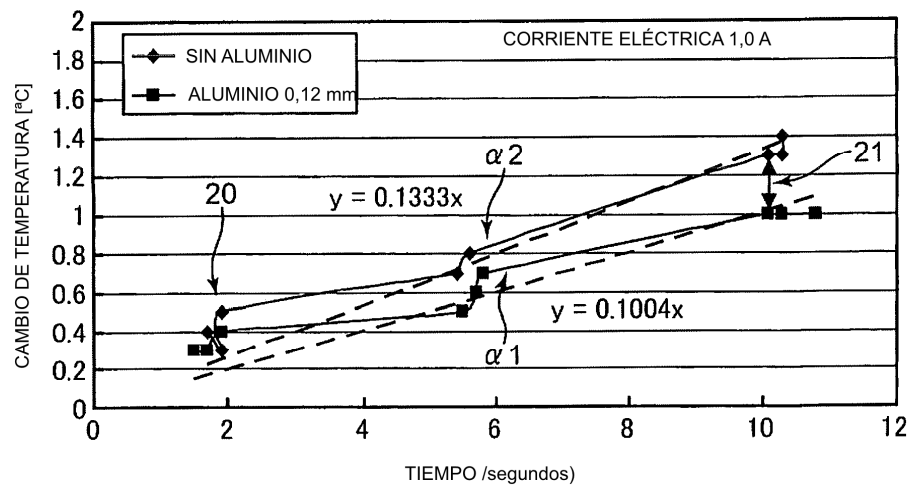


FIG. 8A

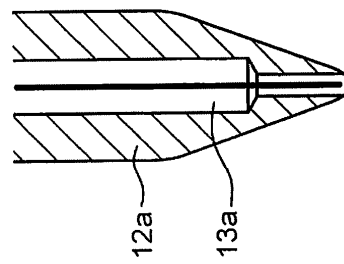


FIG. 8B

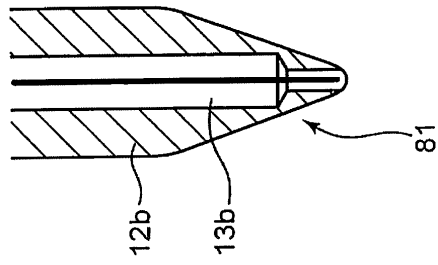


FIG. 8C

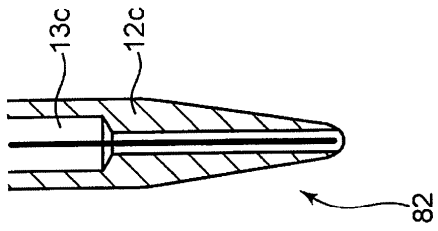


FIG. 8D

