

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 627**

51 Int. Cl.:

G01N 21/25 (2006.01)

G01N 21/85 (2006.01)

G01N 33/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2014** **PCT/JP2014/078403**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015** **WO15060444**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2014** **E 14856701 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022** **EP 3062085**

54 Título: **Sensor de deterioro de lubricante**

30 Prioridad:

25.10.2013 JP 2013222382

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

08.11.2022

73 Titular/es:

NABTESCO CORPORATION (100.0%)
7-9, Hirakawa-cho 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 102-0093, JP

72 Inventor/es:

IDA, YASUHITO

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 927 627 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

Sensor de deterioro de lubricante

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sensor para detectar el deterioro del lubricante usado en máquinas.

5 Antecedentes

Los sensores de deterioro de lubricante convencionales detectan la absorbancia rojo-verde-azul (red-green-blue, RGB) en la luz visible que atraviesa el lubricante y luego detectan el grado de deterioro del lubricante en función de la absorbancia RGB detectada (véase, por ejemplo, la literatura de patentes 1 y la literatura de patentes 2).

10 El sensor de deterioro de lubricante divulgado en la literatura de patentes 1 incluye un espacio donde fluye el lubricante, un LED que emite un haz de luz visible hacia el espacio y un sensor RGB que recibe un haz de luz que se emite desde el LED y viaja a través del espacio. En el sensor de deterioro del lubricante, el LED emite un haz de luz y el sensor RGB recibe el haz de luz. El resultado de la detección realizada por el sensor RGB se envía a un
15 dispositivo externo. El sensor de deterioro de lubricante convencional no realiza el ajuste de su precisión y determinación de la detección.

Referencias relevantes

20 Lista de literatura de patentes relevante

Literatura de patentes 1: publicación de solicitud de patente japonesa n.º 2012-117951 A

Literatura de patentes 2: publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2009/216464 A1

25 Sumario

Tal y como se ha descrito anteriormente, en el caso del sensor de deterioro de lubricante divulgado en la literatura de patente 1, es un dispositivo que se proporciona externamente y que determina el grado de deterioro del lubricante. Dicho de otra forma, se requiere un dispositivo externo para determinar el nivel de deterioro del
30 lubricante. Es conveniente desarrollar un sensor de deterioro de lubricante que pueda determinar el grado de deterioro del lubricante sin usar un dispositivo externo. También es conveniente desarrollar un sensor de deterioro de lubricante que pueda ajustar su rango de medición y otros valores sin usar un dispositivo externo. Además, es conveniente desarrollar un sensor de deterioro de lubricante que tenga una precisión de detección mejorada en presencia de burbujas en el lubricante.

35 En vista de lo anterior, un objeto de la invención es proporcionar un sensor de deterioro de lubricante para detectar el grado de deterioro del lubricante sin utilizar un dispositivo externo y que tenga una mayor precisión cuando haya burbujas en el lubricante.

40 A continuación, se describirán los medios y sus efectos para conseguir el objeto. En la reivindicación 1 se define un sensor según la invención.

En este sensor, la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz penetra en el lubricante dispuesto en la sección de exploración y el elemento receptor de luz detecta la información de color de la luz de detección que
45 atravesó el lubricante. Más específicamente, el elemento receptor de luz obtiene un valor de detección que representa la información de color. A continuación, la unidad de calibración calibra un rango de medición del valor de detección detectado por el elemento receptor de luz en función del lubricante que deba detectarse. De esta forma, es posible mejorar la precisión de detección. La unidad de determinación determina el estado del lubricante en función del valor de detección calibrado. Por lo tanto, es posible determinar el grado de deterioro del lubricante únicamente
50 con el sensor sin usar un dispositivo externo y ajustar el rango de medición del valor de detección sin usar un dispositivo externo.

En el sensor, el elemento receptor de luz puede ser un primer elemento receptor de luz, y es preferible que el sensor incluya un segundo elemento receptor de luz que detecte directamente la luz de detección emitida por el elemento
55 emisor de luz y obtenga un resultado de detección, y la unidad de calibración calibre la intensidad de la luz emitida por el elemento emisor de luz de conformidad con el resultado de la detección.

En la configuración descrita anteriormente, se proporciona el segundo elemento receptor de luz que detecta directamente la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz. La unidad de calibración calibra la intensidad de la luz de conformidad con el resultado de detección del segundo elemento receptor de luz. Cuando el
60 elemento emisor de luz se degrada con el tiempo o la intensidad de la luz disminuye debido al cambio de temperatura, puede aparecer un error en la determinación del deterioro debido al cambio en la luz de detección,

provocado por la degradación del elemento emisor de luz y el cambio de temperatura. Sin embargo, se puede detectar directamente la luz de detección emitida por el elemento emisor de luz y así comprobar la degradación y el cambio de temperatura del elemento emisor de luz. Al calibrar la intensidad de la luz emitida por el elemento emisor de luz, la determinación del estado del aceite no se verá afectada.

En el sensor, el elemento receptor de luz puede ser un primer elemento receptor de luz, y es preferible que el sensor incluya además un segundo elemento receptor de luz que detecte directamente la luz de detección emitida por el elemento emisor de luz y obtenga un resultado de detección, y la unidad de calibración calibre la detección valor de conformidad con el resultado de la detección.

En la configuración descrita anteriormente, se proporciona el segundo elemento receptor de luz que detecta directamente la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz. La unidad de calibración calibre el valor de detección de conformidad con el resultado de detección del segundo elemento receptor de luz. Cuando el elemento emisor de luz se degrada con el tiempo o la intensidad de la luz disminuye debido al cambio de temperatura, puede aparecer un error en la determinación del deterioro debido al cambio en la luz de detección, provocado por la degradación del elemento emisor de luz y el cambio de temperatura. Sin embargo, se puede detectar directamente la luz de detección emitida por el elemento emisor de luz y así comprobar la degradación y el cambio de temperatura del elemento emisor de luz. Al calibrar el valor de detección, no se verá afectada la determinación del grado de deterioro del lubricante.

En el sensor, es preferible que la unidad de determinación obtenga una pluralidad de los valores de detección en una unidad de tiempo y use la moda de los valores de detección en la unidad de tiempo de entre los valores de detección que fluctúan para realizar la determinación. El lubricante a veces contiene burbujas de aire. La atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire es menor que la de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por tanto, el valor de detección correspondiente a la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser mayor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. En la configuración descrita anteriormente, la unidad de determinación obtiene una pluralidad de valores de detección y la moda de los valores de detección se utiliza para determinar el deterioro. De esta forma, los valores de detección que son mayores que el valor de detección inherente se excluyen como ruido y los valores de detección que se consideran correctos se utilizan para determinar el deterioro del lubricante. Por tanto, es posible mejorar la precisión de detección.

Fuera del alcance de la invención reivindicada, en el sensor, es preferible que la unidad de determinación obtenga una pluralidad de valores de detección en una unidad de tiempo y use un valor mínimo de entre los valores de detección para la determinación. El lubricante a veces contiene burbujas de aire. En cuanto a un lubricante de color, la atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire es menor que la de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por tanto, el valor de detección correspondiente a la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser mayor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. En la configuración descrita anteriormente, la unidad de determinación obtiene una pluralidad de valores de detección y se utiliza el valor mínimo entre los valores de detección para la determinación. De esta forma, los valores de detección que son mayores que el valor de detección inherente se excluyen como ruido y los valores de detección que se consideran correctos se utilizan para determinar el deterioro del lubricante. Por tanto, es posible mejorar la precisión de detección.

En el sensor, es preferible que la unidad de determinación determine el grado de deterioro del lubricante en función de un valor calculado usando al menos uno del brillo o la diferencia de componente de color máxima, calculada a partir del valor de detección, como se define en la reivindicación 4.

En la configuración descrita anteriormente, la unidad de determinación utiliza al menos uno del brillo o la diferencia máxima de los componentes de color (diferencia de color máxima) calculada a partir del valor de detección para determinar el deterioro del lubricante. Cuando el lubricante está contaminado con impurezas generadas por una máquina, el brillo del lubricante cambia visiblemente, de manera que se puede determinar fácilmente el grado de deterioro del lubricante. Así mismo, en caso de un lubricante en el que el color de un aceite base cambie fácilmente por oxidación, degradación o similar, la diferencia de color máxima cambia significativamente para que pueda determinarse con facilidad el grado de deterioro del lubricante. Además, combinando el brillo y la diferencia de color máxima, es posible determinar el grado de degradación del lubricante incluso cuando se produzca en el lubricante al menos uno de la contaminación o el cambio de color del aceite base.

En el sensor, es preferible que la unidad de calibración obtenga un valor inicial calibrando el valor calculado, y la unidad de determinación realice la determinación del grado de deterioro del lubricante cuando haya una cantidad prescrita de cambio en el valor calculado a partir del valor inicial.

En la configuración descrita anteriormente, cuando hay una cantidad prescrita de cambio en el valor calculado a partir del valor inicial, la unidad de determinación lleva a cabo la determinación del grado de deterioro del lubricante. Debido a que hay una cierta cantidad de cambio desde el valor inicial, es posible determinar fácilmente el grado de deterioro del lubricante.

- 5 En el sensor, es preferible que la unidad de determinación determine el daño de una máquina que utiliza el lubricante basándose en el valor de detección. Cuando se rompe una máquina en la que se utiliza lubricante, se generan impurezas. Según la configuración anterior, la unidad de determinación utiliza el valor de detección para determinar el fallo de la máquina en la que se utiliza el lubricante. De esta manera, es posible determinar fácilmente el fallo de la máquina a través del valor de detección que ha cambiado debido a las impurezas.

Ventajas

- 10 Según el aspecto descrito anteriormente de la invención, es posible determinar el grado de deterioro del lubricante sin utilizar un dispositivo externo y con una buena precisión en presencia de burbujas en el lubricante.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura esquemática de un sensor de deterioro de lubricante según una realización.

La figura 2 es una vista en sección del sensor de deterioro de lubricante de la figura 1 que ilustra su estructura esquemática.

- 20 La figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso de calibración realizado por el sensor de deterioro de lubricante de la figura 1.

- 25 La figura 4 ilustra el cambio en un valor de detección de un lubricante incoloro y sustancialmente transparente a lo largo del tiempo, detectado por el sensor de deterioro del lubricante de la figura 1.

La figura 5 ilustra un valor que aparece con mayor frecuencia en los valores de detección detectados por el sensor de deterioro de lubricante de la figura 1.

Descripción de las realizaciones preferidas

- 30 A continuación, se describirá una realización de un sensor de deterioro de lubricante con referencia a las figuras 1-3. Se puede dotar a las máquinas que usan lubricante de un sensor de deterioro de lubricante y el sensor de deterioro de lubricante determina el grado de deterioro del lubricante y el fallo de la máquina. Cuando se rompe una parte móvil que requiere lubricante en una máquina, el lubricante suele estar contaminado con impurezas generadas por la abrasión de la parte móvil y otros factores. De esta manera, es posible determinar el fallo de la máquina a partir del estado del lubricante. Obsérvese que la realización abarca un fluido hidráulico como lubricante.

- 40 Haciendo referencia a la figura 1, un sensor de deterioro del lubricante 10, por lo general, puede incluir una unidad de sensor óptico 20 en la que se emite y detecta la luz de detección, una unidad de control 30 en la que se realizan varios controles y la determinación del deterioro de lubricante, y una unidad de interfaz externa 40 que media en el suministro de información y energía eléctrica hacia/desde dispositivos externos.

- 45 La unidad de sensor óptico 20 puede incluir un diodo emisor de luz (LED) 21 que es un elemento emisor de luz, un primer prisma 23 y un segundo prisma 24 que reflejan la luz de detección, un sensor de color 22, que es un elemento receptor de luz (un primer elemento receptor de luz) que detecta la información de color de la luz de detección, y un fotodiodo (photodiode, PD) 29, que es un segundo elemento receptor de luz que detecta la luz directa del LED 21. La unidad de sensor óptico 20 puede incluir además un amplificador operacional 26 que amplifica los valores de tensión emitidos por el sensor de color 22 y el fotodiodo 29, un potenciómetro digital 27 que calibra el rango de medición de una salida de tensión a través del amplificador operacional 26, y un controlador de LED 28 que activa el LED 21.

- 50 La unidad de control 30 puede incluir una unidad de microcontrol (Micro Control Unit, MCU) 31 que realiza varios controles y determina el grado de deterioro del lubricante, y un circuito convertidor de analógico a digital (circuito convertidor A/D) 32 que convierte un valor de tensión analógico emitido por el amplificador operacional 26 en un valor digital. La unidad de control 30 puede incluir además un circuito convertidor de digital a analógico (circuito convertidor D/A) 33 que convierte el valor digital emitido por la MCU 31 en un valor de tensión analógico, y una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM) 34 que almacena valores del umbral de determinación, datos de mediciones y otros datos similares. El potenciómetro digital 27 y el controlador LED 28 pueden ser controlados por la MCU 31. Cuando la MCU 31 emite un valor de tensión, el valor digital se convierte a través del circuito convertidor D/A 33 en el valor de tensión.

- 65 La unidad de interfaz externa 40 puede incluir una fuente de alimentación 41 que recibe alimentación de una fuente de alimentación de CC externa, un USB 42 que recibe alimentación de una fuente de alimentación USB y realiza la salida y entrada de datos digitales, un punto de contacto 43 y varios LED de visualización 44 que indican el estado de deterioro del lubricante. Los LED de visualización 44 pueden incluir, por ejemplo, LED rojos, amarillos y verdes e

indican un estado de deterioro del lubricante, un estado de error del sensor y otros similares activando selectivamente los LED.

El sensor de deterioro del lubricante 10 puede realizar un proceso de calibración en un valor de detección inicial para así mantener la precisión de los valores de detección. Más específicamente, el amplificador operacional 26 y el potenciómetro digital 27 pueden ser circuitos amplificadores no inversores. Se puede ajustar un factor de amplificación del amplificador operacional 26 a través de una resistencia variable del potenciómetro digital 27. El lubricante que deba detectarse puede estar coloreado según el uso previsto y el valor inicial del valor de detección puede variar según el tipo de lubricante. Cuando un valor de tensión emitido por el amplificador operacional 26 entra en la MCU 31 a través del circuito convertidor A/D 32, la MCU 31 puede determinar si el factor de amplificación es apropiado y si se requiere más amplificación, la MCU 31 puede dar instrucciones al potenciómetro digital 27 para que aumente gradualmente el factor de amplificación. La MCU 31 puede establecer al inicio un valor de resistencia del potenciómetro digital 27 como un valor de resistencia límite inferior y luego aumentar el factor de amplificación aumentando el valor de resistencia mientras observa la entrada del valor de tensión. La MCU 31 puede ajustar el valor de tensión para que sea un valor de tensión predeterminado. Tal y como se ha descrito anteriormente, la calibración del rango de medición del valor de detección detectado por el sensor de color 22 la puede realizar la MCU 31, el potenciómetro digital 27 y el amplificador operacional 26. Dicho de otra forma, la MCU 31, el potenciómetro digital 27 y el amplificador operacional 26 sirven juntos como unidad de calibración.

Cuando el fotodiodo 29 detecta directamente la luz de detección del LED 21, el fotodiodo 29 puede enviar a la MCU 31 un valor de detección, que es un valor de tensión convertido a partir de la intensidad de la luz de detección a través del amplificador operacional 26 y el circuito convertidor A/D 32. Cuando el valor de la tensión de entrada es más bajo que un valor de tensión predeterminado que es menor que el valor de tensión inicial, la MCU 31 puede determinar que el LED 21 está deteriorado. Para calibrar el deterioro del LED 21, la MCU 31 puede controlar el controlador de LED 28 de manera que el LED 21 emita la cantidad de luz que emitía inicialmente el LED 21. Más específicamente, el controlador de LED 28 puede aumentar la cantidad de corriente eléctrica que pasa por el LED 21 realizando un control de corriente utilizando resistencia para ajustar la cantidad de luz. Por ejemplo, la resistencia del control de corriente en el controlador de LED 28 puede ser sustituida por el potenciómetro digital 27 y la MCU 31 puede controlar el potenciómetro digital 27 para cambiar la cantidad de corriente que pasa por el LED 21.

La MCU 31 puede leer un valor de tensión a partir del valor digital convertido por el circuito convertidor A/D 32 para determinar si la medición es posible o no, y se realiza una salida de error. La salida de error se puede llevar a cabo emitiendo una señal de error desde el USB 42 en forma de señal digital y/o activando un conjunto de LED de visualización 44 para mostrar una indicación de error. Los LED de visualización 44 pueden encenderse de las siguientes maneras. Cuando el lubricante es nuevo o sustancialmente sin deterioro (estado normal), solo se activa un LED verde. Cuando el lubricante se haya deteriorado hasta cierto punto (precaución), solo se activará un LED amarillo. Cuando el lubricante esté seriamente deteriorado, solo se activará un LED rojo. Cuando el sensor de deterioro de lubricante 10 no pueda medir el lubricante (estado anómalo), todos los LED, el verde, el amarillo y el rojo parpadearán y se apagarán.

Haciendo referencia a la figura 4, en caso de utilizar un lubricante sustancialmente incoloro y transparente, el valor de detección de una parte del lubricante que no contenga burbujas de aire puede disminuir linealmente con el tiempo desde el punto de "lubricante nuevo", indicado como un círculo abierto. La atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire es mayor que la de la luz de detección que atraviesa la parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por tanto, el valor de detección correspondiente a la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser menor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. Además, como lo indica un área debajo de la línea discontinua de la figura 4, en el caso de un lubricante de color deteriorado, la atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire es menor que la atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por tanto, el valor de detección correspondiente a la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser mayor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. En consecuencia, en cuanto al lubricante deteriorado y de color que incluye burbujas de aire, los valores de detección de la luz que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire y la luz que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire se vuelven más grandes o más pequeños que el valor de detección que debería obtenerse para el lubricante inherente.

Para abordar esta diferencia en los valores de detección, la MCU 31 puede obtener una pluralidad de valores de detección en una unidad de tiempo, como se ilustra en la figura 5. La MCU 31 puede adoptar la moda de los valores de detección en la unidad de tiempo entre los valores de detección que fluctúan hacia arriba y hacia abajo para realizar la determinación. De esta manera, los valores de detección que se desvían en gran medida del valor de detección inherente se excluyen como ruido y los valores de detección que se consideran correctos se utilizan para determinar el deterioro del lubricante. Por tanto, es posible mejorar la precisión de detección. Haciendo referencia a la figura 4, en el caso del lubricante de color, los valores de detección fluctúan hacia arriba y hacia abajo con respecto al valor de detección inherente del lubricante de color que no incluye burbujas de aire. La atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire es menor que la de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por tanto, la atenuación de la luz

de detección que atraviesa la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser mayor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. De esta manera, fuera del alcance de la invención reivindicada, la MCU 31 puede obtener una pluralidad de valores de detección en una sola detección para un lubricante de color y puede adoptar el valor mínimo entre la pluralidad de determinaciones de detección.

Haciendo referencia a la figura 4, en el caso del lubricante sustancialmente incoloro y transparente, los valores de detección tienden a ser más pequeños que el valor de detección inherente para el lubricante sustancialmente transparente que no incluye burbujas de aire. Cuando el lubricante no esté deteriorado ni sea de color, la atenuación de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que contiene burbujas de aire será mayor que la de la luz de detección que atraviesa una parte del lubricante que no contiene burbujas de aire. Por lo tanto, la atenuación de la luz de detección que atraviesa la parte del lubricante que contiene burbujas de aire puede ser menor que el valor de detección inherente que debería obtenerse para detectar el lubricante. De esta manera, fuera del alcance de la invención reivindicada, la MCU 31 puede obtener una pluralidad de valores de detección en una sola detección de un lubricante sustancialmente incoloro y transparente que no coja color con el deterioro y puede adoptar el valor máximo de entre la pluralidad de valores de detección para la determinación. Adoptando el máximo de los valores de detección para la determinación, es posible mejorar la precisión de detección.

La MCU 31 puede estimar, por ejemplo, el brillo y la diferencia máxima de los componentes de color y valores similares a partir del valor digital introducido en esta. La MCU 31 puede entonces determinar si el brillo estimado y la mayor diferencia de los componentes de color y valores similares alcanzan los valores umbral de deterioro del aceite a lo largo del tiempo que se utilizan para determinar el grado de deterioro del lubricante. La MCU 31 puede determinar además si el brillo estimado y/o la diferencia de color máxima y valores similares alcanzan el valor umbral de daño de la máquina que se usa para determinar el fallo de la máquina. De esta manera, la MCU 31 corresponde a una unidad de determinación. Cuando el brillo estimado y/o la diferencia de color máxima y valores similares alcancen el valor umbral de deterioro del aceite, solo se podrá encender el LED rojo, y cuando alcancen el valor umbral de daño de la máquina, solo se podrá encender y apagar el LED rojo.

El valor umbral de deterioro del aceite y el valor umbral de daño de la máquina se pueden obtener ajustando los valores iniciales sobre los que se realiza un proceso de calibración. Dicho de otra forma, se obtienen el valor umbral de deterioro del aceite y el valor umbral de daño de la máquina, independientemente del tipo de lubricante, cambiando los valores iniciales por una cantidad prescrita. Cuando un usuario tiene una muestra de un lubricante deteriorado, el valor de detección de la muestra puede usarse como los valores umbral. De esta manera, es posible realizar una determinación precisa. Así mismo, en el caso de un lubricante altamente transparente, el cambio del valor inicial puede ser muy pequeño incluso cuando el lubricante se haya deteriorado. En este caso, los valores umbral pueden determinarse en función de muestras y en función de los datos que tenga un usuario. Además, un usuario puede colorear el lubricante y los usuarios pueden colorear los lubricantes de manera diferente incluso aunque los lubricantes sean del mismo tipo. Por tanto, se puede especificar un valor umbral provisional solo en función de un tipo de lubricante y luego se puede especificar un valor umbral apropiado para cada usuario. De esta manera, es posible realizar una determinación precisa.

El brillo puede disminuir a medida que aumente el tiempo de funcionamiento de una máquina que utilice lubricante. El brillo (ΔE) se calcula a partir de la fórmula $\Delta E = \sqrt{(R^2 + G^2 + B^2)}$ en donde R es un valor R, G es un valor G y B es un valor B.

Cuando la MCU 31 determina un estado de deterioro de un lubricante en función del brillo del lubricante calculado a partir del valor de detección, la MCU 31 puede determinar el estado de deterioro del lubricante basándose en la comparación entre el brillo del lubricante calculado a partir del valor de detección y el valor umbral de deterioro del aceite. Cuando el brillo es inferior o igual al valor umbral de deterioro del aceite, la MCU 31 puede determinar que el lubricante está deteriorado. Cuando la MCU 31 determina el estado dañado de una máquina en función del brillo del lubricante calculado a partir del valor de detección, la MCU 31 puede determinar el estado de deterioro del lubricante basándose en la comparación entre el brillo del lubricante calculado a partir del valor de detección y el valor umbral de deterioro del aceite. El valor umbral de daño de la máquina es menor que el valor umbral de deterioro del aceite. Cuando el brillo es menor o igual al valor umbral de daño de la máquina, la MCU 31 puede determinar que la máquina está dañada.

La diferencia máxima de los componentes de color (la diferencia de color máxima) puede aumentar a medida que aumenta el tiempo de funcionamiento de la máquina que utiliza lubricante y luego disminuye una vez que la diferencia de color máxima alcanza el valor extremo. Una diferencia entre los componentes de color es un valor absoluto representado como $|R - G|$, $|G - B|$, y $|R - B|$ respectivamente. La que tiene el valor más grande entre estas diferencias de color de componentes es la diferencia de color máxima. El valor mínimo de los componentes de color generalmente corresponde al valor B y el valor máximo de los componentes de color generalmente corresponde al valor R entre los valores R, G, B, de modo que solo la diferencia de color $|R - B|$ puede calcularse como la máxima diferencia de color.

Cuando la MCU 31 determina un estado de deterioro de un lubricante en función de la diferencia máxima de los componentes de color del lubricante calculada a partir del valor de detección, la MCU 31 puede determinar el estado de deterioro del lubricante en función de la comparación entre la diferencia máxima de los componentes de color del lubricante calculada a partir del valor de detección y el valor umbral de deterioro del aceite. Cuando la diferencia máxima de los componentes de color supera el valor extremo y es menor o igual al valor umbral de deterioro del aceite, la MCU 31 puede determinar que el lubricante está deteriorado. Cuando la MCU 31 determina el estado dañado de una máquina en función de la diferencia máxima de los componentes de color calculada a partir del valor de detección, la MCU 31 puede determinar el estado de deterioro del lubricante en función de la comparación entre la diferencia máxima de los componentes de color del lubricante calculada a partir del valor de detección y el valor umbral de daño de la máquina. El valor umbral de daño de la máquina es menor que el valor umbral de deterioro del aceite. Cuando la diferencia máxima de los componentes de color supera el valor extremo y es menor o igual al valor umbral de daño de la máquina, la MCU 31 puede determinar que la máquina está dañada.

La EEPROM 34 puede almacenar el valor umbral de deterioro del aceite y el valor umbral de daño de la máquina utilizados para la determinación, junto con los valores de detección del lubricante que se detectan periódicamente como datos de detección. A continuación, se describirá una estructura del sensor de deterioro de lubricante 10 con referencia a la figura 2.

El sensor de deterioro de lubricante 10 puede incluir una carcasa en forma de columna 11 hecha de metal o resina. Se puede proporcionar una sección de contenedor 11a en un área superior de la carcasa 11. La sección de contenedor 11a se puede cubrir con una tapa 17. Hay formada una rosca macho en la periferia de un área inferior de la carcasa 11. El sensor de deterioro de lubricante 10 se conecta a una máquina utilizando la rosca macho.

La sección de contenedor 11a puede contener un sustrato de circuito 16. El sustrato del circuito 16 se puede fijar sobre la carcasa 11. El LED 21, el sensor de color 22, el fotodiodo 29, la MCU 31 y varios componentes electrónicos (no mostrados) pueden proporcionarse sobre el sustrato de circuito 16. El LED 21 puede ser un elemento comúnmente conocido que emite luz de detección blanca. El sensor de color 22 puede ser un sensor RGB y los valores de salida R, G, B la información de color correspondiente a la intensidad de la luz de detección. El fotodiodo 29 se puede proporcionar entre el LED 21 y el sustrato de circuito 16 y puede detectar un haz de luz emitido en una dirección opuesta a un haz de luz que se emite desde el LED 21 hacia el primer prisma 23.

La carcasa 11 puede tener un primer orificio pasante 11c que se extiende en la dirección del eje óptico de la luz de detección. El primer orificio pasante 11c se extiende desde la parte inferior de la sección de contenedor 11a hasta la parte inferior de la carcasa 11. El primer prisma 23 se puede proporcionar en la parte inferior de la carcasa 11 en una salida del primer orificio pasante 11c. El primer prisma 23 puede ser un prisma de ángulo recto fabricado con un material translúcido, como cuarzo y vidrio. El primer prisma 23 puede tener una superficie incidente 23a donde entra la luz de detección que atravesó el primer orificio pasante 11c, una superficie de reflexión 23b donde se refleja la luz de detección que entró desde la superficie incidente 23a, y una superficie de salida 23c a través de la cual sale la luz de detección reflejada en la superficie de reflexión 23b.

La superficie incidente 23a y la superficie de salida 23c pueden estar ópticamente pulidas. La superficie de reflexión 23b puede estar formada por una película de metal depositado y una película de protección. La película de metal depositado es, por ejemplo, una fina película de aluminio y está formada en el lado exterior del material translúcido. La película de protección es, por ejemplo, una fina película de dióxido de silicio o una fina película de fluoruro de magnesio formada en el lado exterior de la película de metal depositado para proteger la película de metal depositado. Se puede establecer un ángulo de la superficie de reflexión 23b con la superficie incidente 23a de modo que la trayectoria de la luz que entra en la superficie de reflexión 23b se refleje a 90 grados desde la dirección de incidencia.

El segundo prisma 24 se puede proporcionar en la parte inferior 11b de la carcasa 11. El segundo prisma 24 puede disponerse con un espacio respecto del primer prisma 23. El segundo prisma 24 puede tener la misma estructura que el primer prisma 23 y tener una superficie incidente 24a, una superficie de reflexión 24b y una superficie de salida 24c. El espacio entre el primer prisma 23 y el segundo prisma 24 puede ser un espacio de entrada de aceite 25 donde el lubricante entra y permanece, y el espacio sirve como una sección de exploración.

La carcasa 11 puede tener un segundo orificio pasante 11d que se extienda en paralelo con el primer orificio pasante 11c. El segundo orificio pasante 11d puede extenderse desde el fondo de la sección de contenedor 11a hasta el fondo 11b de la carcasa 11 y puede estar dispuesto entre el segundo prisma 24 y el sensor de color 22.

El haz de luz de detección blanca emitido por el LED 21 atraviesa directamente el primer orificio pasante 11c y entra en el primer prisma 23. A continuación, la trayectoria de luz de la luz de detección se desvía a 90 grados por la superficie de reflexión 23b y entra en el espacio de entrada de aceite 25 desde la superficie de salida 23c. La luz de detección hace penetrar aún más el lubricante en el espacio de entrada de aceite 25 y luego entra al segundo prisma 24. La trayectoria de la luz de detección que entró en el segundo prisma 24 se desvía a 90 grados debido a la superficie de reflexión 24b y luego atraviesa directamente el segundo orificio pasante 11d. Finalmente, el sensor de color 22 recibe la luz de detección. Dicho de otra forma, la trayectoria de la luz de detección emitida por el LED 21 se

invierte 180 grados por la acción del primer prisma 23 y el segundo prisma 24. La luz de detección que atravesó el lubricante se convierte en luz en la que se absorbe una región de longitud de onda correspondiente al tono del lubricante.

5 El proceso de calibración realizado por el sensor de deterioro de lubricante 10 configurado como se ha descrito anteriormente se describirá a continuación con referencia a la figura 3. El proceso de calibración se realiza sobre el valor de detección inicial. Más específicamente, después de que el sensor de deterioro de lubricante 10 se conecte a una máquina que usa lubricante y cuando el lubricante entre en el espacio de entrada de aceite 25 que sirve como sección de exploración, se puede realizar el proceso de calibración.

10 Por ejemplo, supóngase que el rango medible del circuito convertidor A/D 32 es de 0 V a 5 V y la precisión del circuito convertidor A/D 32 es de 10 bits. Y supóngase que el valor de tensión límite inferior de un rango de medición es 0 V y el valor de tensión límite superior del rango de medición es 3,5 V, y un usuario desea realizar mediciones con una resolución de 8 bits (256 valores). En este caso, el rango medible del circuito convertidor A/D 32 es de 0 V a 5 V y la precisión es de 10 bits para que el circuito pueda leer un cambio de tensión de 0,0049 V (5 dividido por 1024 es igual a 0,0049).

20 Cuando se suministra energía eléctrica a la máquina y el lubricante entra en la sección de exploración, la MCU 31 puede iniciar el proceso de calibración. La MCU 31 puede establecer el potenciómetro digital 27 en el valor límite inferior de resistencia (etapa S11). Más específicamente, la MCU 31 establece el potenciómetro en el valor de resistencia límite inferior para realizar la calibración desde un factor de amplificación más bajo.

25 A continuación, la MCU 31 puede obtener el valor de tensión emitido por el sensor de color 22 y realizar una conversión A/D del valor de tensión (etapa S12). Más específicamente, el sensor de color 22 puede recibir la luz de detección emitida por el LED 21 y el amplificador operacional 26 puede amplificar el valor R, el valor G y el valor B, que son la información de color correspondiente a la intensidad de la luz de detección como un valor de tensión, y el valor de tensión amplificado se envía al circuito convertidor A/D 32. La MCU 31 puede obtener el valor de tensión, que es un valor digital convertido por el circuito convertidor A/D 32.

30 Posteriormente, la MCU 31 puede determinar si el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 es menor que el valor de tensión límite superior (etapa S13). Dicho de otra forma, la MCU 31 determina si la determinación se puede realizar con 8 bits (256 valores), que es el cambio de tensión deseado. Cuando la MCU 31 determina que el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 no es menor que la tensión límite superior ("No" en la etapa S13), el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 se establece como el valor de tensión límite superior del rango de medición (etapa S18). Más específicamente, dado que el valor de tensión convertido sobrepasa el valor de tensión límite superior (3,5 V), la MCU 31 determina que la determinación del deterioro se puede realizar con el cambio de tensión deseado de 8 bits (256 valores). La MCU 31 establece entonces el valor de tensión actual como el valor de tensión límite superior del rango de medición.

40 Mientras que, cuando la MCU 31 determina que el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 es más pequeño que la tensión límite de inclinación ("Si" en la etapa S13), la MCU 31 determina además si el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 es el valor límite superior, o no (etapa S14). Más específicamente, dado que el valor de tensión convertido no sobrepasa el valor de tensión límite superior (3,5 V), la MCU 31 determina que la determinación del deterioro no se puede realizar con el cambio de tensión deseado de 8 bits (256 valores). La MCU 31 puede entonces determinar si el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 se puede aumentar más para aumentar el factor de amplificación a partir del valor actual del factor de amplificación. Cuando la MCU 31 determina que el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 no es el valor límite superior ("No" en la etapa S14), el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 se incrementa en una etapa (etapa S17) y el flujo pasa a la etapa S13. Dicho de otra forma, dado que el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 no es el valor límite superior, la MCU 31 aumenta el valor de resistencia en una etapa para aumentar el factor de amplificación actual, y luego el valor de tensión convertido se compara con el valor de tensión límite superior. El factor de amplificación del amplificador operacional 26 se ajusta repitiendo las etapas S13, S14 y S17.

55 Mientras que, cuando la MCU 31 determina que el valor de resistencia del potenciómetro digital 27 es el valor límite superior ("Si" en la etapa S14), la MCU 31 puede determinar si la diferencia entre el valor de tensión que es amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 y el valor de tensión límite inferior del rango de medición es mayor que un valor prescrito (etapa S15). Más específicamente, cuando la precisión es de 10 bits, el rango de tensión mínimo que el circuito convertidor A/D 32 es capaz de determinar con una resolución de 256 valores es 1,26 V (multiplicando 0,0049 por 256 es igual a 1,26). Dicho de otra forma, cuando hay al menos 1,26 V de diferencia con el valor límite inferior del rango de medición que es 0 V en el ejemplo, la determinación del deterioro se puede realizar aunque no haya margen para errores. Por este motivo, la MCU 31 puede comparar la diferencia entre el valor de tensión convertido y el valor de tensión límite inferior del rango de medición con el valor prescrito (1,26 V). Cuando la MCU 31 determina que la diferencia entre el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 y el valor de tensión

límite inferior del rango de medición es igual o mayor que el valor prescrito ("Sí" en la etapa S15), el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 se establece como el valor de tensión límite superior del rango de medición (etapa S18) y se completa el proceso de calibración. Más específicamente, dado que la diferencia entre el valor de tensión convertido y el valor de tensión límite inferior del rango de medición es igual o mayor que el valor prescrito (1,26 V), la MCU 31 puede realizar la medición y establece el valor de tensión como el valor de tensión límite superior del rango de medición.

Mientras que, cuando la MCU 31 determina que la diferencia entre el valor de tensión amplificado por el amplificador operacional 26 y convertido por el circuito convertidor A/D 32 y el valor de tensión límite inferior del rango de medición es menor que el valor prescrito ("No" en la etapa S15), la MCU 31 puede generar una indicación de error ya que no se puede realizar la medición (etapa S16) y se completa el proceso de calibración. Más específicamente, ya que la diferencia entre el valor de tensión convertido y el valor de tensión límite inferior del rango de medición es menor que el valor prescrito (1,26 V), no es posible realizar la medición con una precisión de 10 bits. Por tanto, la MCU 31 puede generar un error ya que la medición no se puede realizar y puede hacer que los LED de visualización 44 indiquen el error.

A continuación, se describirá el funcionamiento del sensor de deterioro de lubricante 10 configurado como se ha descrito anteriormente. El sensor de deterioro de lubricante 10 se conecta a una máquina que usa lubricante y está acoplado a una fuente de alimentación. El sensor de deterioro de lubricante 10 puede determinar el grado de deterioro del lubricante a intervalos de tiempo regulares. Alternativamente, la determinación del grado de deterioro de lubricante se puede realizar siempre que surja la necesidad o solo cuando lo indique el usuario.

La MCU 31 del sensor de deterioro del lubricante 10 puede realizar primero el proceso de calibración en el valor de detección inicial del lubricante y hacer que la precisión de detección sea máxima dentro del rango de medición. En este punto, la MCU 31 puede calibrar el valor de detección de conformidad con el resultado de detección del fotodiodo 29. Por ejemplo, la MCU 31 estima el grado de deterioro del LED 21 a partir del valor de detección emitido por el fotodiodo 29 y calibra el rango de medición mencionado anteriormente en vista del grado de deterioro estimado. La MCU 31 también puede calibrar la intensidad de la luz en función del resultado de detección del fotodiodo 29. Por ejemplo, la MCU 31 estima un aumento o disminución en la intensidad de la luz emitida por el LED 21 en función del valor de detección emitido por el fotodiodo 29 y calibra la intensidad de la luz emitida por el LED 21. La MCU 31 puede calcular posteriormente el brillo y la diferencia máxima de los componentes de color y valores similares a partir del valor de detección calibrado, y compararlos con el valor umbral de deterioro del aceite y el valor umbral de daño de la máquina para determinar el deterioro del lubricante y el daño de la máquina, respectivamente. La MCU 31 puede mostrar el resultado de la determinación a través de los LED de visualización 44.

En la realización descrita anteriormente, el sensor de deterioro de lubricante 10 realiza la detección y determinación, y luego emite el resultado. Por lo tanto, es posible determinar el grado de deterioro del lubricante solo con el sensor de deterioro de lubricante sin usar un dispositivo externo. Además, el sensor de deterioro de lubricante 10 ajusta el rango de medición de los valores de detección sin usar un dispositivo externo.

Según la realización descrita anteriormente, se pueden obtener los siguientes efectos ventajosos. (1) Un haz de luz de detección emitido desde el LED 21 penetra en el lubricante dispuesto en el espacio de entrada de aceite 25 y el sensor de color 22 detecta la información de color de la luz de detección que atravesó el lubricante. Más específicamente, el sensor de color 22 obtiene un valor de detección que representa la información de color. Posteriormente, la MCU 31 puede realizar la calibración de un rango de medición del valor de detección detectado por el sensor de color 22, el potenciómetro digital 27 y el amplificador operacional 26 de conformidad con el lubricante sobre el que se realiza la detección. La MCU 31, el potenciómetro digital 27 y el amplificador operacional 26 sirven como unidad de calibración. De esta manera, es posible mejorar la precisión de detección y la MCU 31 determina un grado de deterioro del lubricante basándose en el valor de detección calibrado. Por lo tanto, es posible determinar el grado de deterioro del lubricante únicamente con el sensor de deterioro del lubricante 10 sin usar un dispositivo externo y ajustar el rango de medición del valor de detección sin usar un dispositivo externo.

(2) Se proporciona el fotodiodo 29 que detecta directamente la luz de detección del LED 21 y la MCU 31 calibra la intensidad de la luz emitida por el LED 21 de conformidad con el resultado de detección del fotodiodo 29. Cuando el LED 21 se degrada con el tiempo o la intensidad de la luz emitida por el LED 21 disminuye debido al cambio de temperatura, puede aparecer un error en la determinación del deterioro debido al cambio en la luz de detección, provocado por la degradación del LED 21 y el cambio de temperatura. Sin embargo, la luz de detección emitida por el LED 21 puede detectarse directamente y así comprobar la degradación y el cambio de temperatura del LED 21. Al calibrar la intensidad de la luz emitida por el LED 21, no se verá afectada la determinación del grado de deterioro del lubricante.

(3) Se proporciona el fotodiodo 29 que detecta directamente la luz de detección del LED 21 y la MCU 31 calibra un valor de detección de conformidad con el resultado de detección del fotodiodo 29. Cuando el LED 21 se degrada con el tiempo o la intensidad de la luz emitida por el LED 21 disminuye debido al cambio de temperatura, puede aparecer un error en la determinación del deterioro debido al cambio en la luz de detección, provocado por la degradación del LED 21 y el cambio de temperatura. Sin embargo, la luz de detección emitida por el LED 21 puede detectarse

directamente y así comprobar la degradación y el cambio de temperatura del LED 21. Al calibrar el valor de detección, no se verá afectada la determinación del grado de deterioro del lubricante.

(4) La unidad de determinación obtiene una pluralidad de valores de detección y se usa la moda de los valores de detección para la determinación del deterioro. De esta forma, los valores de detección que se desvían en gran medida del valor de detección inherente se excluyen como ruido y los valores de detección que se consideran correctos se utilizan para determinar el deterioro del lubricante. Por tanto, es posible mejorar la precisión de detección.

(5) Fuera del alcance de la invención reivindicada, la unidad de determinación obtiene una pluralidad de valores de detección y se usa un valor mínimo entre los valores de detección para determinar el deterioro. De esta forma, los valores de detección que son mayores que el valor de detección inherente se excluyen como ruido y los valores de detección que se consideran correctos se utilizan para determinar el deterioro del lubricante. Por tanto, es posible mejorar la precisión de detección.

(6) La unidad de determinación utiliza al menos uno del brillo o la diferencia máxima de los componentes de color (la diferencia de color máxima) calculada a partir del valor de detección para determinar el grado de deterioro del lubricante. Cuando el lubricante está contaminado con impurezas de la máquina que utiliza el lubricante, el brillo del lubricante cambia visiblemente, de manera que se puede determinar fácilmente el grado de deterioro del lubricante. Así mismo, en caso de un lubricante en el que el color de un aceite base cambie fácilmente por oxidación, degradación o similar, la diferencia de color máxima cambia significativamente para que pueda determinarse con facilidad el grado de deterioro del lubricante. Además, combinando el brillo y la diferencia de color máxima, es posible determinar el grado de degradación del lubricante incluso cuando se produzca en el lubricante al menos uno de la contaminación o el cambio de color del aceite base.

(7) Cuando hay una cantidad prescrita de cambio en el valor calculado desde el valor inicial o el valor calculado es menor que el valor umbral de deterioro del aceite, la MCU 31 lleva a cabo la determinación del grado de deterioro del lubricante. El valor inicial del valor calculado lo calibran la MCU 31, el potenciómetro digital 27 y el amplificador operacional 26. Debido a que hay una cierta cantidad de cambio desde el valor inicial, es posible determinar fácilmente el grado de deterioro del lubricante.

(8) Cuando se rompe una máquina en la que se usa lubricante, se generan impurezas. La MCU 31 utiliza valores de detección para determinar el fallo de la máquina en la que se utiliza el lubricante. De esta manera, es posible determinar fácilmente el fallo de la máquina a través del valor de detección que ha cambiado debido a las impurezas.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden modificarse debidamente tal y como se describe a continuación. En la realización anterior, el fallo de una máquina se determina por el deterioro del lubricante que se utiliza en esta, aunque solo se puede determinar el deterioro del lubricante según sea necesario.

En la realización anterior, cuando hay una cierta cantidad de cambio en un valor de detección desde el valor inicial del valor de detección, se realiza la determinación de un grado de deterioro del lubricante. De manera alternativa, se puede establecer una cantidad de cambio prescrita diferente para un tipo distinto de lubricante para determinar el grado de deterioro del lubricante.

En la realización anterior, el grado de deterioro del lubricante se determina en función del brillo y la diferencia máxima de los componentes de color. Como alternativa, se puede determinar el grado de deterioro del lubricante en función de otros valores calculados además del brillo y la diferencia máxima de los componentes de color.

En la realización anterior, para la determinación se utiliza el valor mínimo entre los valores de detección obtenidos. Esta realización está fuera del alcance de la invención reivindicada. Alternativamente, si el efecto de las burbujas de aire o elementos similares en el lubricante es muy pequeño, puede que el valor mínimo no se utilice necesariamente para la determinación.

En la realización anterior, se usa para la determinación un valor que aparece con más frecuencia entre los valores de detección obtenidos o la moda de los valores de detección obtenidos. Como alternativa, si el efecto de las burbujas de aire o elementos similares en el lubricante es muy pequeño, puede que la moda de los valores de detección no se utilice necesariamente para la determinación.

En la realización anterior, se utiliza para determinar la moda de los valores de detección obtenidos. De manera alternativa, si se puede eliminar el ruido, se puede usar la mediana o el promedio de los valores de detección obtenidos en lugar de la moda.

En la realización anterior, el fotodiodo 29 se utiliza como elemento receptor de luz que detecta directamente la luz de detección del LED 21. Alternativamente, se puede usar un fototransistor siempre que su rendimiento de respuesta se encuentre dentro de un rango aceptable.

En la realización anterior, el fotodiodo 29 detecta directamente la luz de detección del LED 21 y la MCU 31 calibra el valor de detección de conformidad con el resultado de detección del fotodiodo 29. Sin embargo, puede no realizarse la calibración del valor de detección cuando el efecto de degradación del LED 21 sea muy pequeño y se encuentre dentro de un rango aceptable.

5 En la realización anterior, el fotodiodo 29 detecta directamente la luz de detección del LED 21 y la MCU 31 calibra la intensidad de la luz de conformidad con el resultado de detección del fotodiodo 29. Sin embargo, la calibración de la intensidad de la luz emitida por el LED 21 no se puede realizar cuando el efecto de degradación del LED 21 sea muy pequeño y se encuentre dentro de un rango aceptable.

10 En la realización anterior, el sensor óptico es de tipo reflexión y utiliza un prisma. Sin embargo, también se pueden usar otros tipos de sensores ópticos, tales como aquellos en los que el elemento emisor de luz se disponga de modo que mire hacia el elemento receptor de luz en la unidad de sensor óptico. En la realización anterior, la máquina puede ser una máquina equipada con un rodamiento móvil, un pistón y otros similares que requieran lubricante para moverse. Así mismo, la máquina puede ser: un generador de viento, una máquina de construcción, un avión, un

15 vehículos ferroviario, una bomba de vacío y otras similares. Más específicamente, el aerogenerador puede incluir, por ejemplo, un engranaje multiplicador y su rodamiento para el aerogenerador, un cilindro hidráulico de accionamiento de cabeceo y un engranaje reductor, y un motor hidráulico de accionamiento de guiñada. En cuanto a la máquina de construcción, esta puede incluir, por ejemplo, un motor hidráulico, un cilindro hidráulico, una válvula

20 hidráulica (una válvula de detección de carga y otras similares), un motor de accionamiento, un motor rotativo, una junta y otros similares. En cuanto a la aeronave, esta puede incluir, por ejemplo, un actuador de control de vuelo, un motor hidráulico y otros elementos similares que accionan un *spoiler*, un alerón, un elevador, una escalera, un *flap*, un *slat*, un freno, un dispositivo de dirección y otros similares. En cuanto al vehículo ferroviario, esta puede incluir, por ejemplo, un compresor de aire para vehículos ferroviarios. En cuanto a un vehículo comercial y un vehículo de

25 pasajeros, estos pueden incluir, por ejemplo, un actuador de freno, una bomba de circulación para el aceite de motor, una bomba de suministro de combustible y otros elementos similares. En cuanto a una embarcación, esta puede incluir, por ejemplo, una bomba de circulación para el aceite de motor, una bomba de suministro de combustible, un dispositivo y equipo accionados hidráulicamente, y otros elementos similares.

30 LISTA DE NÚMEROS DE REFERENCIA

10	sensor de deterioro de lubricante
11	carcasa
11a	sección de contenedor
11b	fondo
11c	primer orificio pasante
11d	segundo orificio pasante
12	sustrato de circuito
20	unidad de sensor óptico
21	LED como elemento emisor de luz
22	sensor de color como elemento receptor de luz
23	primer prisma
23a	superficie incidente
23b	superficie de reflexión
23c	superficie de salida
24	segundo prisma
24a	superficie incidente
24b	superficie de reflexión
24c	superficie de salida
25	espacio de entrada de aceite que sirve como sección de exploración
26	amplificador operacional que sirve como unidad de calibración
27	potenciómetro digital que sirve como unidad de calibración
28	controlador LED
29	fotodiodo
30	unidad de control
31	MCU que sirve como unidad de calibración y unidad de determinación
32	circuito convertidor A/D
33	circuito convertidor D/A
34	EEPROM
40	unidad de interfaz externa
41	fuentes de alimentación
42	USB
43	punto de contacto
44	LED de visualización

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de deterioro de lubricante (10), que comprende:
una sección de exploración (25) en la que entra el lubricante que vaya a detectarse;
5 un elemento emisor de luz (21) configurado para emitir luz de detección hacia la sección de exploración (25);
un primer elemento receptor de luz (22) configurado para obtener un valor de detección que representa la información de color de la luz de detección que atraviesa el lubricante;
una unidad de calibración (26, 27, 31) configurada para calibrar un rango de medición del valor de detección de conformidad con el lubricante que vaya a detectarse;
10 una unidad de determinación (31) configurada para determinar el grado de deterioro del lubricante en función del valor de detección; y una carcasa (11) en la que se encuentran la sección de exploración (25), el elemento emisor de luz (21) y el primer elemento receptor de luz (22),
caracterizado por que la unidad de calibración (26, 27, 31) y la unidad de determinación (31) también están dispuestas en la carcasa, y
15 la unidad de determinación (31) está configurada para obtener una pluralidad de valores de detección en una unidad de tiempo y para utilizar la moda de los valores de detección en la unidad de tiempo de entre los valores de detección que fluctúan para realizar la determinación del deterioro.
2. El sensor de deterioro de lubricante de la reivindicación 1, en donde
20 el sensor de deterioro de lubricante incluye además un segundo elemento receptor de luz (29) que está configurado para detectar directamente la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz (21) y obtener un resultado de detección, y
la unidad de calibración (26, 27, 31) está configurada para calibrar la intensidad de la luz emitida desde el elemento emisor de luz (21) de conformidad con el resultado de detección del segundo elemento receptor de luz.
- 25 3. El sensor de deterioro de lubricante de la reivindicación 1, en donde
el sensor de deterioro de lubricante incluye además un segundo elemento receptor de luz (29) que está configurado para detectar directamente la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz (21) y obtener un resultado de detección, y
30 la unidad de calibración (26, 27, 31) está configurada para estimar el grado de deterioro del elemento emisor de luz (21) en función del resultado de detección del segundo elemento receptor de luz (29) y calibrar el rango de medición de conformidad con el grado de deterioro estimado.
4. El sensor de deterioro de lubricante de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de determinación (31) está configurada para determinar el grado de deterioro del lubricante en función de un valor calculado usando al menos uno del brillo o la diferencia máxima de los componentes de color calculada a partir del valor de detección,
35 el brillo se calcula a partir de la fórmula $\Delta E = \sqrt{(R^2 + G^2 + B^2)}$, en donde R es un valor de R, G es un valor de G y B es un valor de B, y el valor R, el valor G y el valor B son la información de color correspondiente a la intensidad de la luz de detección recibida por el primer elemento receptor de luz (22),
40 el valor mínimo de los componentes de color corresponde al valor B, el valor máximo de los componentes de color corresponde al valor R entre los valores R, G, B, y la diferencia máxima de los componentes de color es un valor absoluto de la diferencia entre los valores R y B.
- 45 5. El sensor de deterioro de lubricante de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la unidad de determinación (31) está configurada para determinar el daño de una máquina que usa el lubricante en función del valor de detección.

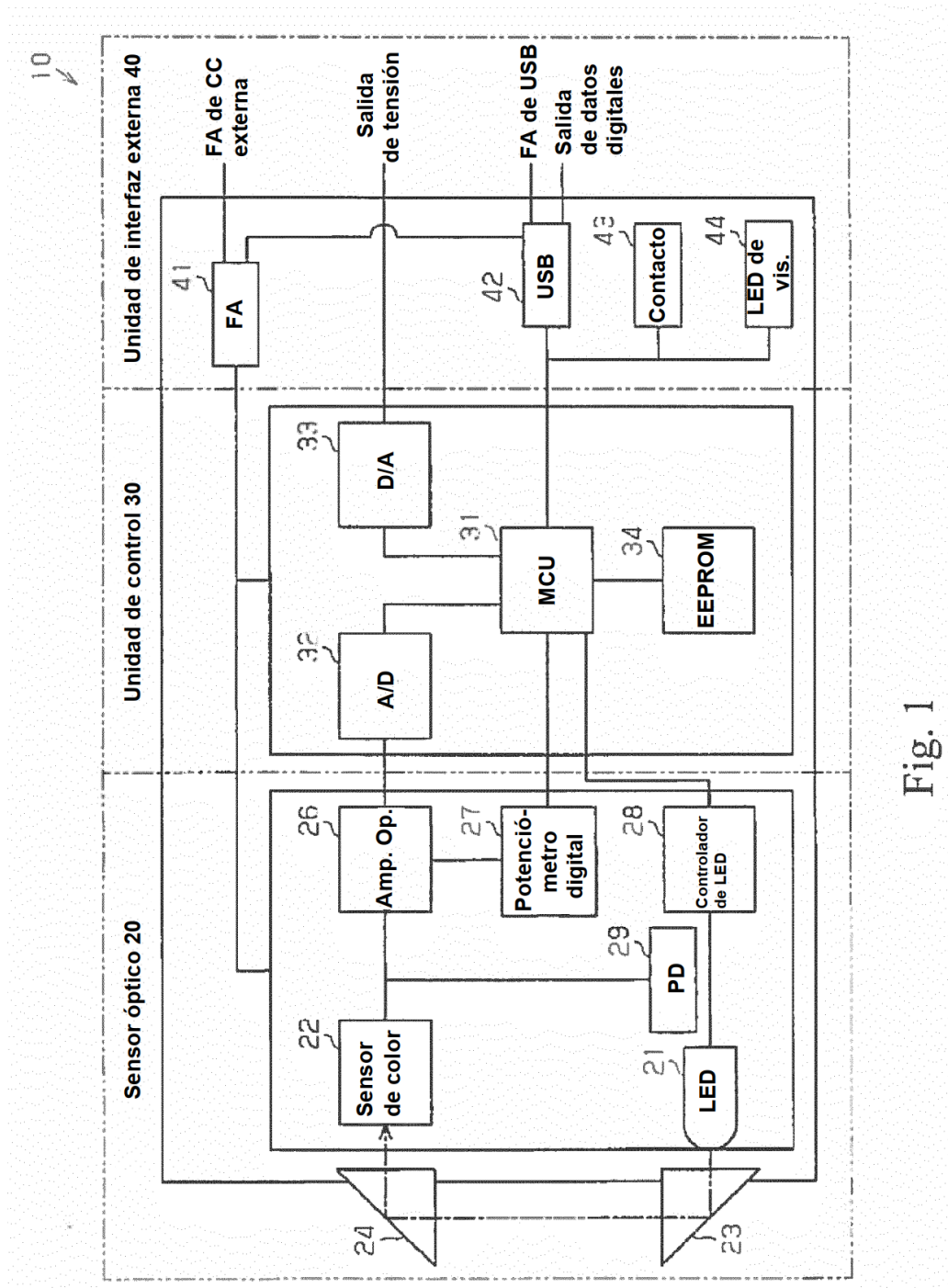


Fig. 1

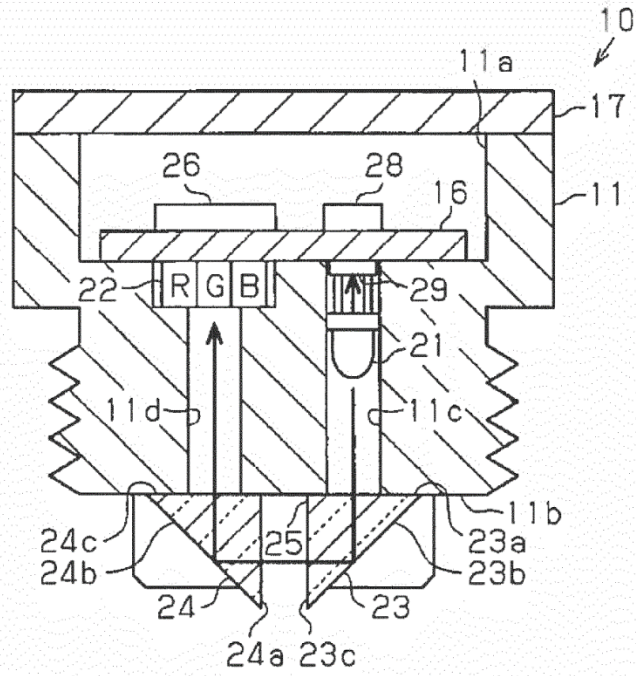
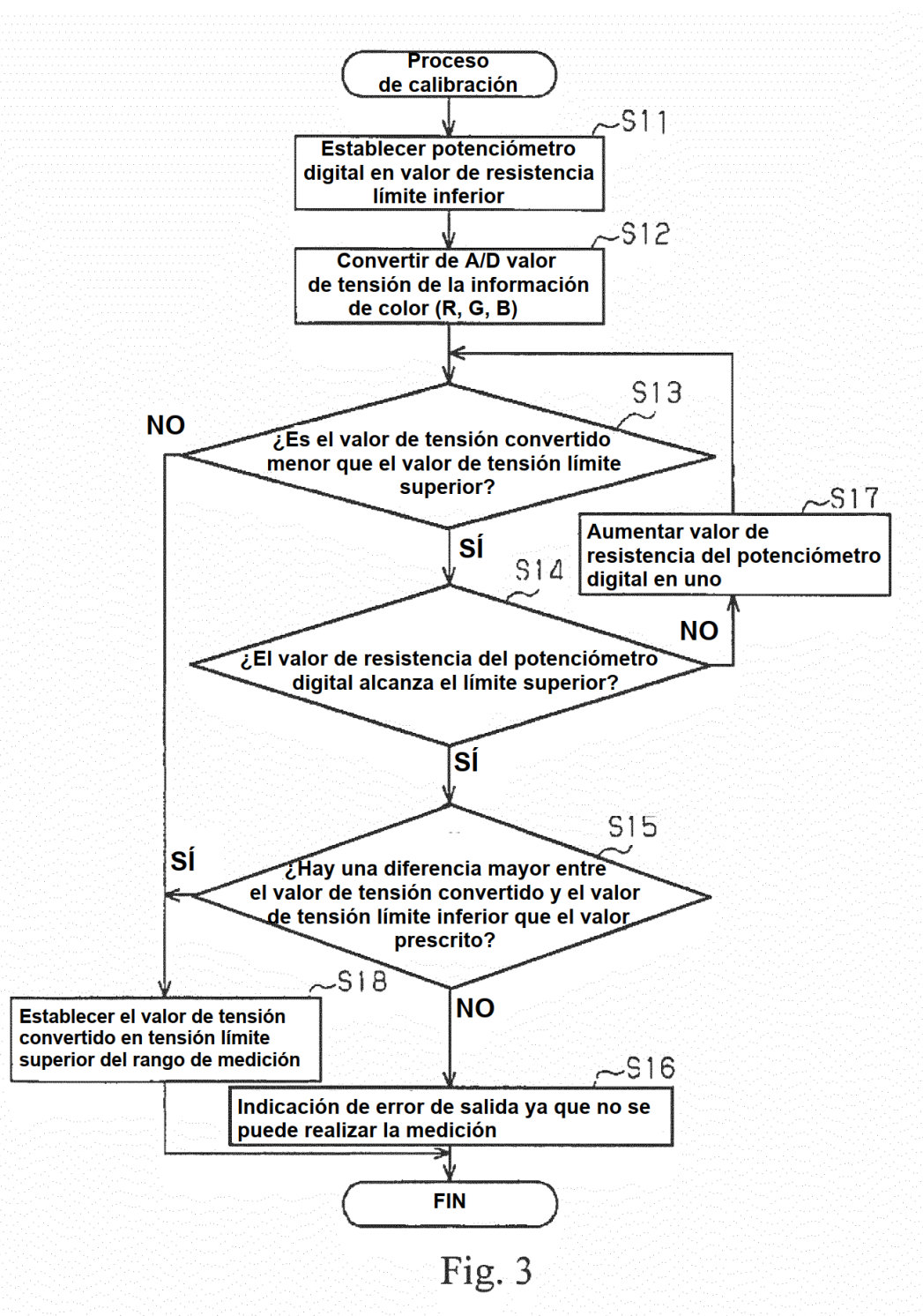


Fig. 2



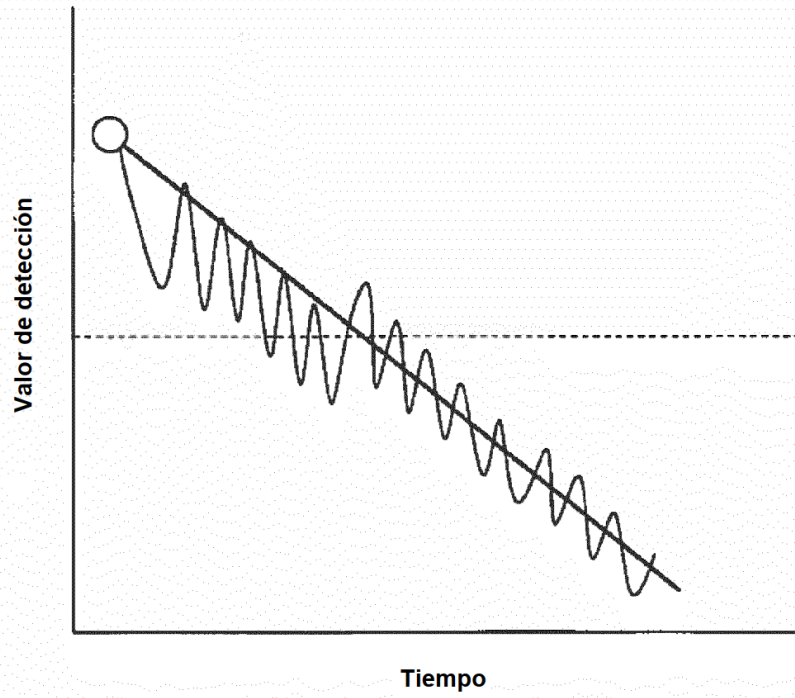


Fig. 4

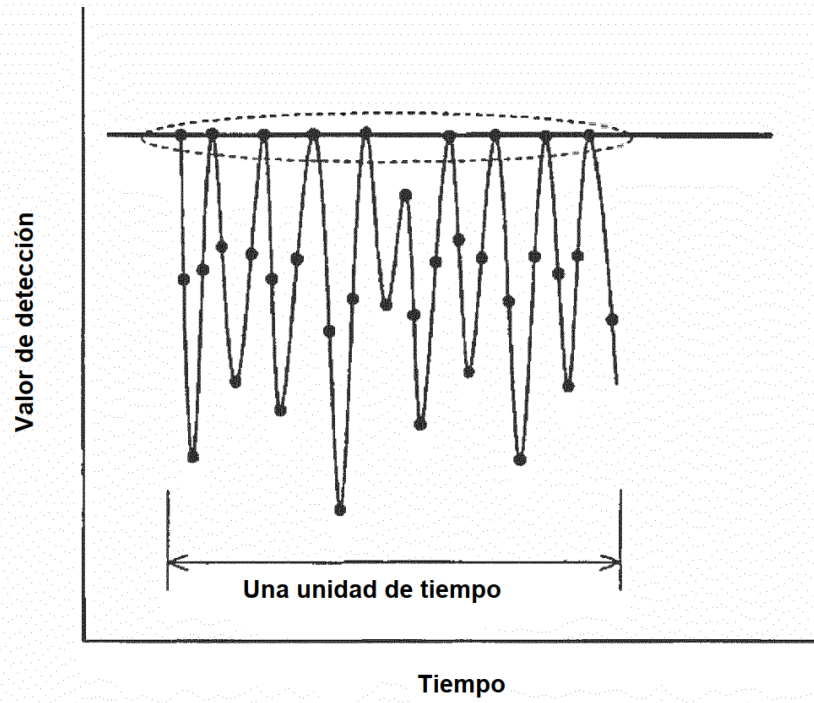


Fig. 5