

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 380**

51 Int. Cl.:

G01N 21/27 (2006.01)

G01N 21/59 (2006.01)

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: **01.07.2014** **PCT/JP2014/067546**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015** **WO15002196**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014** **E 14820030 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022** **EP 3018469**

54 Título: **Métodos de determinación de estado y dispositivo de determinación de estado**

30 Prioridad:

02.07.2013 JP 2013138837

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

03.08.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ONUMA, YOSHINORI;
SHIRATA, TAKUYA y
IDA, YASUHITO

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 920 380 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

Métodos de determinación de estado y dispositivo de determinación de estado

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método de determinación de estado y a un dispositivo de determinación de estado.

Antecedentes

Se conoce un dispositivo de monitorización de deterioro de un aceite tal como un lubricante que usa un sensor óptico. El monitor detecta una absorbancia rojo-verde-azul (red-green-blue, RGB) en luz visible que viaja a través del aceite y, a continuación, estima un grado de deterioro del aceite a partir de la absorbancia RGB detectada (véase, por ejemplo, la bibliografía de patentes 1).

El dispositivo de monitorización de deterioro de aceite descrito en la bibliografía de patentes 1 detecta la absorbancia como un valor de tensión. La absorbancia de luz del aceite disminuye, en general, a medida que pasa el tiempo. La bibliografía de patentes 1 divulga los valores de tensión a lo largo del tiempo para diversos tipos de aceites, y el dispositivo de monitorización de deterioro de aceite obtiene continuamente cambios en el valor de tensión para monitorizar el deterioro del lubricante de manera continua y sensible.

Referencias relevantes

Lista de bibliografía de patentes relevante

Bibliografía de patentes 1: Publicación de solicitud de patente japonesa N.º Hei 6-34541

El documento EP 2 447 704 A1 se refiere a un método de monitorización de estado de aceite y a un dispositivo de monitorización de estado de aceite que monitoriza el estado de degradación del aceite usado en una maquinaria o equipo. C. V. Ossia et al trata sobre "Novel Chromatic Technique Based on Optical Absorbance in Characterizing Mineral Hydraulic Oil Degradation" publicada en Advances In Tribology, (20120101), vol. 49, n.º 200305. El documento JP 2000 146696 A se refiere a un método y un dispositivo para juzgar el color del aceite y similares. El documento JP 2010 145107 A se refiere a un sistema óptico para diagnóstico del aceite.

Sumario

Mientras tanto, el dispositivo de monitorización de deterioro de aceite descrito en la bibliografía de patente 1 intenta monitorizar el deterioro del lubricante continuamente y con una alta sensibilidad. La bibliografía de patente 1 no menciona en qué situación el dispositivo determina que un líquido tal como el aceite está deteriorado. Por lo tanto, existe la necesidad de un método de determinación de estado y un dispositivo de determinación de estado con el que pueda determinarse fácilmente el estado de deterioro del líquido tal como aceite.

Además, para máquinas que usan aceite como lubricante, sería ventajoso determinar los estados de deterioro de las máquinas utilizando el hecho de que el aceite incluye sustancias impuras cuando las máquinas se rompen. Por lo tanto, existe la necesidad de un método de determinación de estado y un dispositivo de determinación de estado con el que pueda determinarse fácilmente un o unos estados de deterioro de los objetos que incluyen líquidos tales como aceite y/o las máquinas.

Un objeto de la invención es proporcionar métodos de determinación de estado y un dispositivo de determinación de estado con el que pueda determinarse fácilmente el estado de deterioro de un objeto. La invención se define por las reivindicaciones independientes adjuntas 1-5.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente la estructura de un dispositivo de determinación de estado.

La figura 2 es una vista en sección de un sensor óptico que muestra su estructura.

La figura 3 ilustra una relación entre el tiempo de operación y el brillo usado para determinar un estado de acuerdo con una primera realización.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un método de determinación de estado de acuerdo con la primera realización.

La figura 5 ilustra una relación entre un tiempo de operación y una diferencia de color máxima usada para determinar un estado de acuerdo con una segunda realización.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un método de determinación de estado de acuerdo con la segunda realización.

La figura 7 ilustra una relación entre un tiempo de operación y una relación de color máxima usada para determinar un estado de acuerdo con una tercera realización.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método de determinación de estado de acuerdo con la tercera realización.

5 La figura 9 ilustra una relación entre el brillo y una integral de una diferencia de color máxima usada para determinar un estado de acuerdo con una cuarta realización.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método de determinación de estado de acuerdo con la cuarta realización.

10 La figura 11 ilustra una relación entre el brillo y una integral de la relación de color máxima usada para determinar un estado de acuerdo con una quinta realización.

La figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un método de determinación de estado de acuerdo con la quinta realización.

Descripción de las realizaciones preferentes

15 Primera realización

A continuación, se describirán un método de determinación de estado y un dispositivo de determinación de estado de acuerdo con una primera realización haciendo referencia a las figuras 1-4. El dispositivo de determinación de estado puede proporcionarse en máquinas que usan un líquido como lubricante, aceite hidráulico y similares para determinar los estados de deterioro del aceite y las máquinas que necesitan el aceite. Cuando se rompe un componente móvil que requiere aceite, las sustancias impuras penetran en el aceite por fricción o similares (contaminación). Por lo tanto, el fallo de la máquina puede determinarse a partir del estado del aceite. En este caso, un objeto es el aceite y/o la máquina.

25 Haciendo referencia a la figura 1, un dispositivo de determinación de estado 30 puede incluir un sensor óptico 20 y una unidad de control 31 que determina un estado de deterioro de un objeto y/o aceite. La unidad de control 31 puede incluir una unidad de cálculo 31a que calcula un valor calculado a partir de un valor detectado que detecta el sensor óptico 20, una unidad de determinación 31b que determina un estado de deterioro de un objeto basándose en el valor calculado obtenido a partir de la unidad de cálculo 31a, y una unidad de almacenamiento 31c que almacena un valor umbral de determinación de estado y similares.

La unidad de control 31 puede proporcionarse por separado con el fin de unirse a un componente móvil de una máquina o proporcionarse integralmente con un controlador de la máquina que incluye el componente móvil. Es preferible que la unidad de control 31 esté acoplada a una unidad de operación 32 a través de la que se opera la unidad de control 31. La unidad de control 31 puede realizar un proceso de determinación o emitir un resultado de determinación en respuesta a la operación de la unidad de operación 32. También es preferible que la unidad de control 31 esté acoplada a una unidad de visualización 33 que muestre el resultado de la determinación, un resultado de operación y similares. También es preferible que la unidad de control 31 esté acoplada a una unidad de comunicación 34 a través de la que el resultado de la determinación, el valor umbral de determinación de estado y similares se comunican por cable o de manera inalámbrica.

La unidad de cálculo 31a puede calcular el brillo del aceite. El brillo que calcula la unidad de cálculo 31a se denomina en el presente documento brillo de detección. La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro de un objeto juzgando si el brillo de detección calculado por la unidad de cálculo 31a alcanza o no el valor umbral de determinación de estado. La unidad de almacenamiento 31c puede almacenar un valor umbral de determinación de fallo y un valor umbral de determinación de deterioro del aceite que también puede denominarse valor umbral de determinación de deterioro del líquido que es el valor umbral de determinación de estado que usa la unidad de determinación 31b.

50 A continuación, se describirá la estructura del sensor óptico 20 haciendo referencia a la figura 2. El sensor óptico 20 puede incluir una carcasa 21 en forma de columna fabricada de metal o resina. Puede proporcionarse una sección de recipiente 21a en una zona superior de la carcasa 21. La sección de recipiente 21a puede estar cubierta con una cubierta cilíndrica 29 que tenga un fondo cerrado.

55 La sección de recipiente 21a puede contener un sustrato de circuito 22. El sustrato de circuito 22 puede fijarse sobre la carcasa 21 con al menos un tornillo 21c. Una línea de comunicación 28 que incluye una línea de fuente de alimentación y una línea de señal puede acoplarse al sustrato de circuito 22.

60 Un elemento emisor de luz 23, un sensor de color 24 que es un elemento de recepción de luz y diversos componentes electrónicos (no mostrados) pueden proporcionarse en el sustrato de circuito 22. El elemento emisor de luz 23 puede ser un elemento comúnmente conocido que emite luz de detección blanca tal como un LED blanco. El sensor de color 24 es un sensor RGB en esta realización y emite valores R, G, B como información de color correspondiente a una intensidad de la luz de detección al dispositivo a través de la línea de comunicación 28.

65 La carcasa 21 puede tener un primer orificio pasante 21d que se extiende en la dirección del eje óptico de la luz de detección. El primer orificio pasante 21d se extiende desde el fondo de la sección de recipiente 21a hasta el fondo

de la carcasa 21. Puede proporcionarse un primer prisma 25 en el fondo de la carcasa 21 en una salida del primer orificio pasante 21 d. El primer prisma 25 puede ser un prisma en ángulo recto fabricado de un material translúcido tal como cuarzo y vidrio. El primer prisma 25 puede tener una superficie incidente 25a donde entra la luz de detección que ha viajado a través del primer orificio pasante 21d, una superficie de reflexión 25b donde se refleja la luz de detección que ha entrado desde la superficie incidente 25a, y una superficie de salida 25c a través de la que sale la luz de detección reflejada en la superficie de reflexión 25b.

La superficie incidente 25a y la superficie de salida 25c pueden estar ópticamente pulidas. La superficie de reflexión 25b puede estar formada por una película depositada de metal y una película de protección. La película depositada de metal es, por ejemplo, una película delgada de aluminio y está formada en el lado exterior del material translúcido. La película de protección es, por ejemplo, una película delgada de dióxido de silicio o una película delgada de fluoruro de magnesio formada en el lado exterior de la película depositada de metal para proteger la película depositada de metal. Puede establecerse un ángulo de la superficie de reflexión 25b con la superficie incidente 25a de tal manera que la trayectoria de luz de la luz que entra en la superficie de reflexión 25b se refleja a 90 grados desde la dirección de incidencia.

Puede proporcionarse un segundo prisma 26 en el fondo de la carcasa 21. El segundo prisma 26 puede disponerse con un hueco desde el primer prisma 25. El segundo prisma 26 puede tener la misma estructura que el primer prisma 25 y tener una superficie incidente 26a, una superficie de reflexión 26b y una superficie de salida 26c. El hueco entre el primer prisma 25 y el segundo prisma 26 puede ser un hueco de entrada de aceite 27 donde un líquido tal como aceite entra y permanece en el mismo y el hueco sirve como una sección de examen.

La carcasa 21 puede tener un segundo orificio pasante 21e que se extiende en paralelo con el primer orificio pasante 21d. El segundo orificio pasante 21e puede extenderse desde el fondo de la sección de recipiente 21a hasta el fondo de la carcasa y puede estar dispuesto entre el segundo prisma 26 y el sensor de color 24.

El haz de luz de detección blanca emitido desde el elemento emisor de luz 23 viaja directamente a través del primer orificio pasante 21d y entra en el primer prisma 25. A continuación, la trayectoria de luz de la luz de detección se dobla a 90 grados por la superficie de reflexión 25b y entra en el hueco de entrada de aceite 27 desde la superficie de salida 25c. La luz de detección penetra aún más el aceite en el hueco de entrada de aceite 27 y, a continuación, entra en el segundo prisma 26. La trayectoria de la luz de detección que entra en el segundo prisma 26 se desvía 90 grados mediante la superficie de reflexión 26b y, a continuación, viaja directamente a través del segundo orificio pasante 21e. Finalmente, la luz de detección se recibe por el sensor de color 24. En otras palabras, la trayectoria de luz de la luz de detección emitida desde el elemento emisor de luz 23 se invierte 180 grados por el primer prisma 25 y el segundo prisma 26. La luz de detección que ha viajado a través del aceite se convierte en luz en la que se absorbe una región de longitud de onda correspondiente a la tonalidad del aceite.

Como se ilustra en la figura 3, el brillo puede disminuir a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina que usa el aceite. El brillo (ΔE) se calcula a partir de la fórmula (1) mostrada a continuación de los valores de componente de color, o un valor R, un valor G y un valor B. La línea de trazos y puntos de la figura 3 muestra un cambio en el brillo con respecto al tiempo de operación cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es grande. La línea continua de la figura 3 muestra un cambio en el brillo con respecto al tiempo de operación cuando la carga sobre el componente móvil de la máquina es pequeña. En el presente documento, el tiempo de operación corresponde a una hora de uso del objeto.

Fórmula 1

$$\Delta E = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2} \cdot \cdot \cdot (1)$$

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro del aceite basándose en el brillo del aceite calculado a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de deterioro del aceite basándose en la comparación entre el brillo de detección del aceite calculado a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. El valor umbral de determinación de deterioro del aceite es un valor umbral para determinar si el aceite está o no deteriorado. Cuando el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de la máquina basándose en el brillo del aceite calculado a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de la máquina basándose en la comparación entre el brillo de detección del aceite calculado a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de fallo. El valor umbral de determinación de fallo es un valor umbral para determinar si la máquina está o no averiada y su valor es menor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Cuando el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada. El estado de fallo de la máquina corresponde al estado de deterioro.

A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 4 cómo el dispositivo de determinación de estado 30, configurado como se ha descrito anteriormente, determina un estado. El dispositivo de determinación de estado 30 puede realizar periódicamente una determinación de estado de la máquina equipada con un componente móvil cuando ha transcurrido un tiempo de operación predeterminado. Como alternativa, la determinación de estado puede realizarse siempre que surja una necesidad o solo cuando lo indique un usuario.

Haciendo referencia a la figura 4, la unidad de control 31 del dispositivo de determinación de estado 30 puede iniciar una determinación de estado en respuesta a una indicación para realizar la determinación de estado. La unidad de control 31 calcula un brillo de detección a partir del sensor óptico 20 (etapa S11). Más específicamente, la unidad de cálculo 31a calcula el brillo de detección a partir de un valor detectado por el sensor de color 24 del sensor óptico 20.

La unidad de control 31 puede determinar posteriormente si el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S12). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que el brillo de detección calculado por la unidad de cálculo 31a es mayor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S12: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite no está deteriorado y se completa el proceso de determinación.

Mientras que cuando la unidad de determinación 31b determina que el brillo de detección calculado por la unidad de cálculo 31a es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S12: SÍ), la unidad de determinación 31b determina además si el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S13). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que el brillo de detección es mayor que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S13: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado y se completa el proceso de determinación (etapa S15). En otras palabras, cuando el brillo de detección es mayor que el valor umbral de determinación de fallo y menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado pero la máquina no está averiada.

Mientras tanto, cuando la unidad de determinación 31b determina que el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S13: SÍ), la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada (etapa S14) y se completa el proceso de determinación. En otras palabras, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está contaminado con sustancias impuras debido al fallo de la máquina ya que el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, y así la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, el brillo se calcula a partir del valor detectado por el sensor óptico 20, y es posible determinar fácilmente el deterioro del aceite usando el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y determinar el fallo de la máquina usando el valor umbral de determinación de fallo.

De acuerdo con la realización descrita anteriormente, pueden obtenerse los siguientes efectos ventajosos. (1) El estado de deterioro de un objeto tal como el aceite y/o una máquina se determina basándose en si el valor calculado a partir del valor de detección detectado por el sensor óptico 20 alcanza o no el valor umbral de determinación de estado. Por lo tanto, el estado del aceite y/o de la máquina puede determinarse fácilmente a partir de la comparación entre el valor calculado y el valor umbral de determinación de estado.

(2) Cuando el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, se determina que la máquina está averiada. Cuando el aceite está contaminado con sustancias impuras generadas por la máquina que usa el aceite, el brillo del aceite cambia significativamente. Este hecho puede utilizarse para determinar si la máquina está en un estado de fallo.

Segunda Realización

A continuación, se describirá un método de determinación de estado de acuerdo con una segunda realización haciendo referencia a las figuras 5-6. El método de determinación de estado de acuerdo con la segunda realización es diferente de la primera realización en que se usa una diferencia de color máxima como el valor calculado en lugar del brillo. A continuación, se describirá principalmente la diferencia con la primera realización. El dispositivo de determinación de estado 30 de la segunda realización puede tener la misma estructura que el dispositivo de determinación de estado 30 de la primera realización mostrado en la figura 1. La unidad de cálculo 31a puede almacenar la diferencia de color máxima de detección calculada en la unidad de almacenamiento 31c hasta que el aceite se reemplace por uno nuevo. La unidad de determinación 31b puede determinar si la diferencia de color máxima de detección alcanza o no un valor extremo.

Como se ilustra en la figura 5, la diferencia de color máxima puede aumentar a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina que usa el aceite y, a continuación, disminuye una vez que la diferencia de color máxima alcanza el valor extremo. La línea de trazos y puntos de la figura 5 muestra un cambio en la diferencia de color máxima con respecto al tiempo de operación cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es

grande. La línea continua de la figura 5 muestra un cambio en la diferencia de color máxima con respecto al tiempo de operación cuando la carga sobre el componente móvil de la máquina es pequeña. En el presente documento, el tiempo de operación corresponde a una hora de uso del objeto.

5 A continuación, se describirá una diferencia máxima en el componente de color (la diferencia de color máxima) usada para la determinación de estado. Una diferencia entre cada color (una diferencia de color componente) es un valor absoluto de una diferencia entre dos de entre R, G, B, que se representa 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. En otras palabras, la diferencia máxima de color es una diferencia entre el valor de componente de color máximo y el valor de componente de color mínimo. El valor de componente de color mínimo corresponde, en general, al valor B y el valor de componente de color máximo corresponde, en general, al valor R entre los valores R, G, B, por lo tanto, solo puede calcularse la diferencia de color $|R - B|$ y puede usarse como la diferencia de color máxima.

15 La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro del aceite basándose en la diferencia de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de deterioro del aceite basándose en la comparación entre la diferencia de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. El valor umbral de determinación de deterioro del aceite es un valor umbral para determinar si el aceite está o no deteriorado. Cuando la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado.

25 La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de la máquina basándose en la diferencia de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de la máquina basándose en la comparación entre la diferencia de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de fallo. El valor umbral de determinación de fallo es un valor umbral para determinar si la máquina está o no averiada y su valor es menor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Cuando la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada. El estado de fallo de la máquina corresponde al estado de deterioro.

35 A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 6 cómo el dispositivo de determinación de estado 30, configurado como se ha descrito anteriormente, determina un estado. El dispositivo de determinación de estado 30 puede realizar periódicamente una determinación de estado de la máquina equipada con un componente móvil cuando ha transcurrido un tiempo de operación predeterminado. Como alternativa, el proceso de determinación podrá realizarse siempre que surja la necesidad.

40 Haciendo referencia a la figura 6, la unidad de control 31 del dispositivo de determinación de estado 30 puede iniciar una determinación de estado en respuesta a una indicación para realizar la determinación de estado. La unidad de control 31 calcula una diferencia de color máxima de detección a partir del sensor óptico 20 (etapa S21). Más específicamente, la unidad de cálculo 31a calcula la diferencia de color máxima de detección a partir de un valor detectado por el sensor de color 24 del sensor óptico 20. La unidad de cálculo 31a puede almacenar la diferencia de color máxima de detección calculada en la unidad de almacenamiento 31c hasta que el aceite se reemplace por uno nuevo.

50 La unidad de control 31 puede determinar si la diferencia de color máxima de detección ha alcanzado o no un valor extremo (etapa S22). Más específicamente, cuando el valor máximo de las diferencias de color máximas de detección almacenadas en la unidad de almacenamiento 31c se determina como menor que un valor umbral de determinación de valor extremo (etapa S22: NO), la unidad de determinación 31b determina que la diferencia de color máxima de detección no ha alcanzado el valor extremo y por lo tanto determina que el aceite no está deteriorado. A continuación, se completa el proceso de determinación.

55 Mientras que cuando el valor máximo de las diferencias de color máximas de detección almacenadas en la unidad de almacenamiento 31c se determina como mayor que el valor umbral de determinación del valor extremo (etapa S22: SI), la unidad de determinación 31b determina que hay posibilidades de deterioro del aceite y/o fallo de la máquina de tal manera que se continúa con el proceso de determinación.

60 La unidad de control 31 puede determinar posteriormente si la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S23). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la diferencia de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es mayor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S23: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite no está deteriorado y se completa el proceso de determinación.

65 Mientras que cuando la unidad de determinación 31b determina que la diferencia de color máxima de detección

calculada por la unidad de cálculo 31a es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S23: SÍ), la unidad de determinación 31b determina además si la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S24). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la diferencia de color máxima de detección es mayor que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S24: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado (etapa S26) y se completa el proceso de determinación. En otras palabras, cuando la diferencia de color máxima de detección es mayor que el valor umbral de determinación de fallo y menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado pero la máquina no está averiada.

Mientras tanto, cuando la unidad de determinación 31b determina que la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S24: SÍ), la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada (etapa S25) y se completa el proceso de determinación. En otras palabras, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está contaminado con sustancias impuras debido al fallo de la máquina ya que la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, y así se determina el estado de fallo de la máquina.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, la diferencia de color máxima se calcula a partir del valor detectado por el sensor óptico, y es posible determinar fácilmente el deterioro del aceite usando el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y determinar el fallo de la máquina usando el valor umbral de determinación de fallo.

De acuerdo con la realización descrita anteriormente, pueden obtenerse los siguientes efectos ventajosos además de la ventaja (1) de la primera realización.

(3) Cuando la diferencia de color máxima calculada alcanza el valor extremo y es menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, se determina que el aceite está en estado deteriorado. En el caso de un aceite muy transparente que contenga un aceite base cuyo color tiende a cambiar fácilmente debido a la oxidación, deterioro y similares, la diferencia de color máxima cambia significativamente. Por lo tanto, cuando un aceite de este tipo se deteriora, el deterioro puede determinarse fácilmente.

Tercera Realización

A continuación, se describirá un método de determinación de estado de acuerdo con una tercera realización haciendo referencia a las figuras 7-8. El método de determinación de estado de acuerdo con la tercera realización es diferente de la primera realización en que se usa una relación de color máxima como el valor calculado en lugar del brillo. A continuación, se describirá principalmente la diferencia con la primera realización. El dispositivo de determinación de estado 30 de la tercera realización puede tener la misma estructura que el dispositivo de determinación de estado 30 de la primera realización mostrado en la figura 1.

Como se ilustra en la figura 7, la relación de color máxima puede aumentar a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina que usa el aceite. La relación de color máxima es una relación entre el valor de componente de color máximo y el valor de componente de color mínimo (= el valor de componente de color máximo/el valor de componente de color mínimo). La línea de trazos y puntos de la figura 7 muestra un cambio en la relación de color máxima con respecto al tiempo de operación cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es grande. La línea continua de la figura 7 muestra un cambio en la relación de color máxima con respecto al tiempo de operación cuando la carga sobre el componente móvil de la máquina es pequeña. En el presente documento, el tiempo de operación corresponde a una hora de uso del objeto.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro del aceite basándose en la relación de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de deterioro del aceite basándose en la comparación entre la relación de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. El valor umbral de determinación de deterioro del aceite es un valor umbral para determinar si el aceite está o no deteriorado. Cuando la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de la máquina basándose en la relación de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de la máquina basándose en la comparación entre la relación de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de fallo. El valor umbral de determinación de fallo es un valor umbral para determinar si la máquina está o no averiada y su valor es mayor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Cuando la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada. El estado de fallo de la máquina corresponde al estado de deterioro.

A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 8 cómo el dispositivo de determinación de estado 30, configurado como se ha descrito anteriormente, determina un estado. El dispositivo de determinación de estado 30 puede realizar periódicamente una determinación de estado de la máquina equipada con un componente móvil cuando ha transcurrido un tiempo de operación predeterminado. Como alternativa, la determinación de estado puede realizarse siempre que surja una necesidad o solo cuando lo ordene un usuario.

Haciendo referencia a la figura 8, la unidad de control 31 del dispositivo de determinación de estado 30 puede iniciar una determinación de estado en respuesta a una indicación para realizar la determinación de estado. La unidad de control 31 calcula una relación de color máxima de detección a partir del sensor óptico 20 (etapa S31). Más específicamente, la unidad de cálculo 31a calcula la relación de color máxima de detección a partir de un valor detectado por el sensor de color 24 del sensor óptico 20.

La unidad de control 31 determina posteriormente si la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S32). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la relación de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es menor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S32: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite no está deteriorado y se completa el proceso de determinación.

Mientras que cuando la unidad de determinación 31b determina que la relación de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S32: SÍ), la unidad de determinación 31b determina además si la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S33). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la relación de color máxima de detección es menor que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S33: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado (etapa S35) y se completa el proceso de determinación. En otras palabras, cuando la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado pero la máquina no está averiada.

Mientras tanto, cuando la unidad de determinación 31b determina que la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S33: SÍ), la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada (etapa S34) y se completa el proceso de determinación. En otras palabras, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está contaminado con sustancias impuras debido al fallo de la máquina ya que la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, y así se determina el estado de fallo de la máquina.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, la relación de color máxima se calcula a partir del valor detectado por el sensor óptico 20, y es posible determinar fácilmente el deterioro del aceite usando el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y determinar el fallo de la máquina usando el valor umbral de determinación de fallo.

De acuerdo con la realización descrita anteriormente, pueden obtenerse los siguientes efectos ventajosos además del efecto ventajoso (1) de la primera realización. (4) Cuando la relación de color máxima calculada es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, se determina que el aceite está en estado deteriorado. En el caso de un aceite muy transparente que contenga un aceite base cuyo color tiende a cambiar fácilmente debido a la oxidación, deterioro y similares, la relación de color máxima cambia significativamente. Por lo tanto, cuando un aceite de este tipo se deteriora, el deterioro puede determinarse fácilmente.

Cuarta Realización

A continuación, se describirá un método de determinación de estado de acuerdo con una cuarta realización haciendo referencia a las figuras 9-10. El método de determinación de estado de acuerdo con la cuarta realización es diferente de la primera realización en que se usa una integral de la diferencia de color máxima como el valor calculado en lugar del brillo. A continuación, se describirá principalmente la diferencia con la primera realización. El dispositivo de determinación de estado 30 de la cuarta realización puede tener la misma estructura que el dispositivo de determinación de estado 30 de la primera realización mostrado en la figura 1. La unidad de cálculo 31a calcula el brillo de detección y la diferencia de color máxima de detección a partir del valor detectado por el sensor óptico 20 y, a continuación, calcula la integral de la diferencia de color máxima con respecto al tiempo de operación de la máquina. Obsérvese que el brillo disminuye a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina, mientras que la relación de color máxima aumenta a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina y, a continuación, disminuye una vez que alcanza el valor extremo. La unidad de cálculo 31a puede almacenar el valor integrado calculado de la diferencia de color máxima en la unidad de almacenamiento 31c hasta que el aceite se reemplace por uno nuevo. En el presente documento, el tiempo de operación corresponde a una hora de uso del objeto.

Como se ilustra en la figura 9, la integral de la diferencia de color máxima aumenta a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina. La integral de la diferencia de color máxima es un valor integrado que se obtiene

sumando la diferencia de color máxima cada vez que cambia el brillo a medida que transcurre el tiempo de operación. La línea de trazos y puntos de la figura 9 muestra un cambio en la integral de la diferencia de color máxima con respecto al brillo cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es grande. La línea continua de la figura 9 muestra un cambio en la integral de la diferencia de color máxima con respecto al brillo cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es pequeña.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro del aceite basándose en la integral de la diferencia de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de deterioro del aceite basándose en la comparación entre la integral de la diferencia de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. El valor umbral de determinación de deterioro del aceite es un valor umbral para determinar si el aceite está o no deteriorado. Cuando la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de la máquina basándose en la integral de la diferencia de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de la máquina basándose en la comparación entre la integral de la diferencia de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de fallo. El valor umbral de determinación de fallo es un valor umbral para determinar si la máquina está o no averiada y su valor es mayor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada. El estado de fallo de la máquina corresponde al estado de deterioro.

A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 10 cómo el dispositivo de determinación de estado 30, configurado como se ha descrito anteriormente, determina un estado. El dispositivo de determinación de estado 30 puede realizar periódicamente una determinación de estado de la máquina equipada con un componente móvil cuando ha transcurrido un tiempo de operación predeterminado. Como alternativa, el proceso de determinación podrá realizarse siempre que surja la necesidad.

Haciendo referencia a la figura 10, la unidad de control 31 del dispositivo de determinación de estado 30 puede iniciar una determinación de estado en respuesta a una indicación para realizar la determinación de estado. La unidad de control 31 calcula la integral de la diferencia de color máxima de detección del sensor óptico 20 (etapa S41). Más específicamente, la unidad de cálculo 31a calcula el brillo de detección y la diferencia de color máxima de detección a partir del valor detectado por el sensor de color 24 del sensor óptico 20 y, a continuación, calcula la integral de la diferencia de color máxima con respecto al brillo. En este punto, la unidad de cálculo 31a obtiene la integral de la diferencia de color máxima correspondiente al brillo pasado de la unidad de almacenamiento 31c.

La unidad de control 31 puede determinar posteriormente si la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S42). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la diferencia de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es menor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S42: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite no está deteriorado. La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la diferencia de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S45) y, a continuación, se completa el proceso de determinación.

Mientras que cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la diferencia de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S42: SÍ), la unidad de determinación 31b determina además si la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S43). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la diferencia de color máxima de detección es menor que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S43: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado (etapa S46). La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la diferencia de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S45) y, a continuación, se completa el proceso de determinación. En otras palabras, cuando la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado pero la máquina no está averiada.

Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S43: SÍ), la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada (etapa S44). La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la diferencia de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S45) y, a continuación, se completa el proceso de determinación. En otras palabras, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está contaminado con sustancias impuras debido a fallo de la máquina ya que la integral de

la diferencia de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, y así se determina el estado de fallo de la máquina.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, la integral de la diferencia de color máxima con respecto al tiempo de operación se calcula a partir del valor detectado por el sensor óptico 20, y es posible determinar fácilmente el deterioro del aceite usando el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y determinar el fallo de la máquina usando el valor umbral de determinación de fallo.

De acuerdo con la realización descrita anteriormente, pueden obtenerse los siguientes efectos ventajosos además del efecto ventajoso (1) de la primera realización. (5) Cuando la integral calculada de la diferencia de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, se determina que el aceite está deteriorado, y cuando la integral calculada de la diferencia de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, se determina que la máquina está averiada. En comparación con el caso donde el estado de deterioro del aceite y de la máquina se determina basándose en la relación entre el brillo y la diferencia de color máxima, en otras palabras, el caso donde los dos parámetros, el brillo y la diferencia de color máxima, se usan para determinar el estado de deterioro, la cuarta realización puede determinar fácilmente el estado ya que solo se necesita un parámetro, que es la integral de la diferencia de color máxima.

Quinta Realización

A continuación, se describirá un método de determinación de estado de acuerdo con una quinta realización haciendo referencia a las figuras 11-12. El método de determinación de estado de acuerdo con la quinta realización es diferente de la primera realización en que se usa una integral de la relación de color máxima como el valor calculado en lugar del brillo. A continuación, se describirá principalmente la diferencia con la primera realización. El dispositivo de determinación de estado 30 de la quinta realización puede tener la misma estructura que el dispositivo de determinación de estado 30 de la primera realización mostrado en la figura 1. La unidad de cálculo 31a calcula el brillo de detección y la relación de color máxima de detección a partir del valor detectado por el sensor óptico 20 y, a continuación, calcula la integral de la relación de color máxima con respecto al tiempo de operación de la máquina. Obsérvese que el brillo disminuye a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina, mientras que la relación de color máxima aumenta a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina. La unidad de cálculo 31a puede almacenar el valor integrado calculado de la relación de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c hasta que el aceite se reemplace por uno nuevo. En el presente documento, el tiempo de operación corresponde a una hora de uso del objeto.

Como se ilustra en la figura 11, la integral de la relación de color máxima puede aumentar a medida que aumenta el tiempo de operación de la máquina. La integral de la relación de color máxima es un valor integrado que se obtiene sumando la relación de color máxima cada vez que cambia el brillo a medida que pasa el tiempo de operación. La línea de trazos y puntos de la figura 11 muestra un cambio en la integral de la relación de color máxima con respecto al brillo cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es grande. La línea continua de la figura 11 muestra un cambio en la integral de la relación de color máxima con respecto al brillo cuando una carga sobre un componente móvil de la máquina es pequeña.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de deterioro del aceite basándose en la integral de la relación de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de deterioro del aceite basándose en la comparación entre la integral de la relación de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. El valor umbral de determinación de deterioro del aceite es un valor umbral para determinar si el aceite está o no deteriorado. Cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado.

La unidad de determinación 31b puede determinar un estado de la máquina basándose en la integral de la relación de color máxima del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20. Más específicamente, la unidad de determinación 31b puede determinar el estado de la máquina basándose en la comparación entre la integral de la relación de color máxima de detección del aceite calculada a partir del valor de detección obtenido a partir del sensor óptico 20 y el valor umbral de determinación de fallo. El valor umbral de determinación de fallo es un valor umbral para determinar si la máquina está o no averiada y su valor es mayor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada. El estado de fallo de la máquina corresponde al estado de deterioro.

A continuación, se describirá haciendo referencia a la figura 12 cómo el dispositivo de determinación de estado 30, configurado como se ha descrito anteriormente, determina un estado. El dispositivo de determinación de estado 30 puede realizar periódicamente una determinación de estado de la máquina equipada con un componente móvil cuando ha transcurrido un tiempo de operación predeterminado. Como alternativa, el proceso de determinación podrá realizarse siempre que surja la necesidad.

Haciendo referencia a la figura 12, la unidad de control 31 del dispositivo de determinación de estado 30 puede iniciar una determinación de estado en respuesta a una indicación para realizar la determinación de estado. La unidad de control 31 puede calcular la integral de la relación de color máxima de detección a partir del sensor óptico 20 (etapa S51). Más específicamente, la unidad de cálculo 31a calcula el brillo de detección y la relación de color máxima de detección a partir del valor detectado por el sensor de color 24 del sensor óptico 20 y, a continuación, calcula la integral de la relación de color máxima con respecto al brillo. En este punto, la unidad de cálculo 31a obtiene la integral de la relación de color máxima correspondiente al brillo pasado de la unidad de almacenamiento 31c.

La unidad de control 31 determina posteriormente si la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S52). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la relación de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es menor que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S52: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite no está deteriorado. La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la relación de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S55) y, a continuación, se completa el proceso de determinación.

Mientras que cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la relación de color máxima de detección calculada por la unidad de cálculo 31a es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S52: SÍ), la unidad de determinación 31b determina además si la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S53). Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la diferencia de color máxima de detección es menor que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S53: NO), la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado (etapa S56). La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la relación de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S55) y, a continuación, se completa el proceso de determinación. En otras palabras, cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está deteriorado pero la máquina no está averiada.

Más específicamente, cuando la unidad de determinación 31b determina que la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S53: SÍ), la unidad de determinación 31b determina que la máquina está averiada (etapa S54). La unidad de cálculo 31a almacena la integral calculada de la relación de color máxima de detección en la unidad de almacenamiento 31c (etapa S55) y, a continuación, se completa el proceso de determinación. En otras palabras, la unidad de determinación 31b determina que el aceite está contaminado con sustancias impuras debido al fallo de la máquina ya que la integral de la relación de color máxima de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, y así se determina el estado de fallo de la máquina.

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización, la integral de la relación de color máxima con respecto al tiempo de operación se calcula a partir del valor detectado por el sensor óptico 20, y es posible determinar fácilmente el deterioro del aceite usando el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y determinar el fallo de la máquina usando el valor umbral de determinación de fallo.

De acuerdo con la realización descrita anteriormente, pueden obtenerse los siguientes efectos ventajosos además del efecto ventajoso (1) de la primera realización. (6) Cuando la integral calculada de la relación de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite, se determina que el aceite está deteriorado, y cuando la integral calculada de la relación de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo, se determina que la máquina está averiada. En comparación con el caso donde el estado de deterioro del aceite y de la máquina se determina basándose en la relación entre el brillo y la diferencia de color máxima, en otras palabras, el caso donde los dos parámetros, el brillo y la diferencia de color máxima, se necesitan para determinar el estado de deterioro, la quinta realización puede determinar fácilmente el estado ya que solo se necesita un parámetro, que es la integral de la relación de color máxima.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden modificarse adecuadamente como se describe a continuación. En la segunda realización, la diferencia de color máxima de detección se compara con el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y el valor umbral de determinación de fallo después de que la diferencia de color máxima de detección exceda el valor extremo. Sin embargo, la diferencia de color máxima de detección puede compararse con el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y el valor umbral de determinación de fallo antes de que la diferencia de color máxima alcance el valor extremo.

En las realizaciones primera a quinta, los objetos son el aceite y/o una máquina, y se determina un estado del aceite basándose en el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y se determina un estado de la máquina basándose en el valor umbral de determinación de fallo. Sin embargo, el objeto puede estar limitado al aceite, y solo el estado del aceite puede determinarse basándose en el valor umbral de determinación de deterioro del aceite. Más específicamente, en la primera realización, pueden omitirse las etapas S13 y S14, y cuando el brillo de detección es

menor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S12: Sí), se determina que el aceite está deteriorado (etapa S15). En la segunda realización, pueden omitirse las etapas S24 y S25, y cuando la diferencia de color máxima de detección alcanza el valor extremo (etapa S22: Sí) y es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S23: Sí), se determina que la máquina está averiada (etapa S26). Más específicamente, en la tercera realización, pueden omitirse las etapas S33 y S34, y cuando la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S32: Sí), se determina que el aceite está deteriorado (etapa S35). En la cuarta realización, pueden omitirse las etapas S43 y S44, y cuando la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S42: Sí), se determina que el aceite está deteriorado (etapa S46). En la quinta realización, pueden omitirse las etapas S53 y S54, y cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro del aceite (etapa S52: Sí), se determina que el aceite está deteriorado (etapa S56).

En las realizaciones primera a quinta, los objetos a juzgar son el aceite y una máquina, y se determina un estado del aceite basándose en el valor umbral de determinación de deterioro del aceite y se determina un estado de la máquina basándose en el valor umbral de determinación de fallo. Sin embargo, el objeto puede estar limitado a la máquina, y solo el estado de la máquina puede determinarse basándose en el valor umbral de determinación de fallo. Más específicamente, en la primera realización, pueden omitirse las etapas S12 y S15, y cuando el brillo de detección es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S13: Sí), se determina que la máquina está averiada (etapa S14). En la segunda realización, pueden omitirse las etapas S23 y S26, y cuando la diferencia de color máxima de detección alcanza el valor extremo (etapa S22: Sí) y es menor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S24: Sí), se determina que la máquina está averiada (etapa S25). En la tercera realización, pueden omitirse las etapas S32 y S35, y cuando la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de deterioro por fallo (etapa S33: Sí), se determina que la máquina está averiada (etapa S34). En la cuarta realización, las etapas S42 y S46 pueden omitirse, y cuando la integral de la diferencia de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S43), se determina que la máquina está averiada (etapa S44). En la quinta realización, pueden omitirse las etapas S52 y S56, y cuando la integral de la relación de color máxima de detección es mayor o igual que el valor umbral de determinación de fallo (etapa S53: Sí), se determina que la máquina está averiada (etapa S54).

En las realizaciones primera a quinta, el sensor óptico 20 es del tipo de reflexión que usa un prisma. Sin embargo, también pueden usarse otros sensores ópticos tal como uno en el que el elemento emisor de luz se dispone con el fin de enfrentarse al elemento de recepción de luz. En las realizaciones primera a quinta, la máquina puede ser una máquina equipada con un cojinete móvil, un pistón y similares que necesitan aceite. El dispositivo de determinación de estado 30 puede proporcionarse a los componentes móviles de los generadores eólicos, máquinas de construcción, aviones, vehículos ferroviarios, bombas de vacío y similares. Más específicamente, el generador eólico puede incluir, por ejemplo, un engranaje elevador y su cojinete para el generador eólico, un cilindro hidráulico de accionamiento de cabeceo y un engranaje reductor, y un motor hidráulico de accionamiento de YAW. En cuanto a la máquina de construcción, puede incluir, por ejemplo, un motor hidráulico, un cilindro hidráulico, una válvula hidráulica (una válvula de detección de carga y similares), un motor de accionamiento, un motor rotatorio, una articulación y similares. En cuanto a la aeronave, puede incluir, por ejemplo, un accionador de control de vuelo, un motor hidráulico y similares que accionan una aleta, un alerón, un ascensor, una escalera, un flap, un listón, un freno, una dirección y similares. En cuanto al vehículo ferroviario, puede incluir, por ejemplo, un compresor de aire para los vehículos ferroviarios. En cuanto a un vehículo comercial y un vehículo de pasajeros, pueden incluir, por ejemplo, un accionador de freno, una bomba de circulación para el aceite de motor, una bomba de suministro de combustible y similares. En cuanto a un buque, puede incluir, por ejemplo, una bomba de circulación para el aceite de motor, una bomba de suministro de combustible, un dispositivo y un equipo accionados hidráulicamente, y similares.

Lista de números de referencia

- 20 sensor óptico
- 21 carcasa
- 21a sección de recipiente
- 21c tornillo
- 21d primer orificio pasante
- 21e segundo orificio pasante
- 22 sustrato de circuito
- 23 elemento emisor de luz
- 24 sensor de color
- 25 primer prisma
- 25a superficie incidente
- 25b superficie de reflexión
- 25c superficie de salida
- 26 segundo prisma
- 27 hueco de entrada de aceite

- 28 línea de comunicación
- 30 dispositivo de determinación de estado
- 31 unidad de control
- 31a unidad de calculo
- 31b unidad de determinación
- 31c unidad de almacenamiento
- 32 unidad de operación
- 33 unidad de visualización
- 34 unidad de comunicación

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un estado de deterioro de un objeto, que comprende:

- 5 determinar un estado de deterioro del objeto determinando si un valor calculado alcanza un valor umbral de determinación de estado o no, utilizando el valor calculado un valor de componente de color calculado a partir de unos valores de detección detectados por un sensor de color (24) de un sensor óptico (20), en donde el valor de detección incluye un valor R, un valor G y un valor B,
- 10 en donde el sensor óptico (20) incluye una sección de examen (21a) que contiene líquido, un elemento emisor de luz (23) que emite luz de detección hacia la sección de examen (21a), y detectando el sensor de color (24) los valores de detección a medida que la información de color de la luz de detección viaja a través del líquido,
- en donde el objeto es el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de deterioro del líquido para determinar si el líquido está o no deteriorado, o
- 15 en donde el objeto es una máquina que usa el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de fallo para determinar si la máquina está o no averiada,
- 20 en donde el valor calculado incluye una diferencia de color máxima entre un valor de componente de color máximo y un valor de componente de color mínimo, aumentando la diferencia de color máxima a medida que aumenta el tiempo de operación y, a continuación, disminuye al alcanzar un valor extremo, y cuando se determina que la diferencia de color máxima calculada ha alcanzado el valor extremo y es menor o igual que el valor umbral de determinación de estado, se determina que el objeto está en un estado deteriorado, en donde cada uno del valor de
- 25 componente de color máximo y el valor de componente de color mínimo se calculan a partir de al menos uno de los valores de detección.

2. Un método para determinar un estado de deterioro de un objeto, que comprende:

- 30 determinar un estado de deterioro del objeto determinando si un valor calculado alcanza un valor umbral de determinación de estado o no, utilizando el valor calculado un valor de componente de color calculado a partir de unos valores de detección detectados por un sensor de color (24) de un sensor óptico (20), en donde el valor de detección incluye un valor R, un valor G y un valor B,
- 35 en donde el sensor óptico (20) incluye una sección de examen (21a) que contiene líquido, un elemento emisor de luz (23) que emite luz de detección hacia la sección de examen (21a), y detectando el sensor de color (24) los valores de detección a medida que la información de color de la luz de detección viaja a través del líquido,
- en donde el objeto es el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de deterioro del líquido para determinar si el líquido está o no deteriorado, o
- 40 en donde el objeto es una máquina que usa el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de fallo para determinar si la máquina está o no averiada,
- 45 en donde el valor calculado incluye una relación de color máxima de un valor de componente de color máximo con un valor de componente de color mínimo, aumentando la relación de color máxima a medida que aumenta el tiempo de operación, en donde cada uno del valor de componente de color máximo y el valor de componente de color mínimo se calculan a partir de al menos uno de los valores de detección, y
- 50 cuando se determina que la relación de color máxima calculada es mayor o igual que el valor umbral de determinación de estado, se determina que el objeto está en un estado deteriorado.

3. Un método para determinar un estado de deterioro de un objeto, que comprende:

- 55 determinar un estado de deterioro del objeto determinando si un valor calculado alcanza un valor umbral de determinación de estado o no, utilizando el valor calculado un valor de componente de color calculado a partir de unos valores de detección detectados por un sensor de color (24) de un sensor óptico (20), en donde el valor de detección incluye un valor R, un valor G y un valor B,
- 60 en donde el sensor óptico (20) incluye una sección de examen (21a) que contiene líquido, un elemento emisor de luz (23) que emite luz de detección hacia la sección de examen (21a), y detectando el sensor de color (24) los valores de detección a medida que la información de color de la luz de detección viaja a través del líquido,
- en donde el objeto es el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de deterioro del líquido para determinar si el líquido está o no deteriorado, o
- 65

en donde el objeto es una máquina que usa el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de fallo para determinar si la máquina está o no averiada,

- 5 en donde el valor calculado incluye una integral de una diferencia de color máxima, que es un valor integrado que se obtiene sumando una diferencia de color máxima cada vez que cambia un brillo a medida que pasa el tiempo de operación, en donde la diferencia de color máxima está entre un valor de componente de color máximo y un valor de componente de color mínimo, y cada uno del brillo, el valor de componente de color máximo, y el valor de componente de color mínimo se calcula a partir de al menos uno de los valores de detección, y
- 10 cuando se determina que la integral calculada de la diferencia de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de estado, se determina que el objeto está en un estado deteriorado.

4. Un método para determinar un estado de deterioro de un objeto, que comprende:

- 15 determinar un estado de deterioro del objeto determinando si un valor calculado alcanza un valor umbral de determinación de estado o no, utilizando el valor calculado un valor de componente de color calculado a partir de unos valores de detección detectados por un sensor de color (24) de un sensor óptico (20), en donde el valor de detección incluye un valor R, un valor G y un valor B,
- 20 en donde el sensor óptico (20) incluye una sección de examen (21a) que contiene líquido, un elemento emisor de luz (23) que emite luz de detección hacia la sección de examen (21a), y detectando el sensor de color (24) los valores de detección a medida que la información de color de la luz de detección viaja a través del líquido,
- 25 en donde el objeto es el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de deterioro del líquido para determinar si el líquido está o no deteriorado, o

en donde el objeto es una máquina que usa el líquido, y el valor umbral de determinación de estado es un valor umbral de determinación de fallo para determinar si la máquina está o no averiada,

- 30 en donde el valor calculado incluye una integral de una relación de color máxima, que es un valor integrado que se obtiene sumando la relación de color máxima cada vez que cambia un brillo a medida que pasa el tiempo de operación, en donde la relación de color máxima es una relación de un valor de componente de color máximo con un valor de componente de color mínimo, y cada uno del brillo, el valor de componente de color máximo, y el valor de componente de color mínimo se calcula a partir de al menos uno de los valores de detección, y
- 35 cuando se determina que la integral calculada de la relación de color máxima es mayor o igual que el valor umbral de determinación de estado, se determina que el objeto está en un estado deteriorado.

5. Un dispositivo de determinación de estado, que comprende:

- 40 un sensor óptico (20) que incluye una sección de examen (21a) adaptada para contener líquido, un elemento emisor de luz (23) adaptado para emitir luz de detección hacia la sección de examen (21a), y un sensor de color (24) adaptado para detectar valores de detección a medida que la información de color de la luz de detección viaja a través del líquido, en donde el valor de detección incluye un valor R, un valor G, y un valor B, y
- 45 una unidad de determinación (31b) adaptada para realizar las etapas de determinación de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

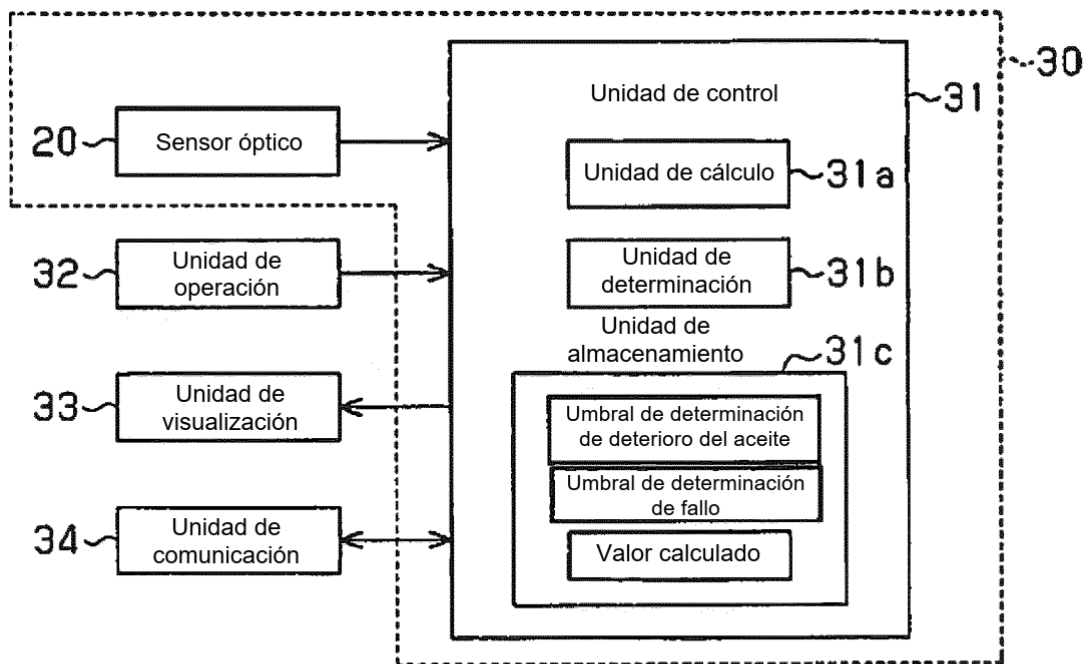


Fig. 1

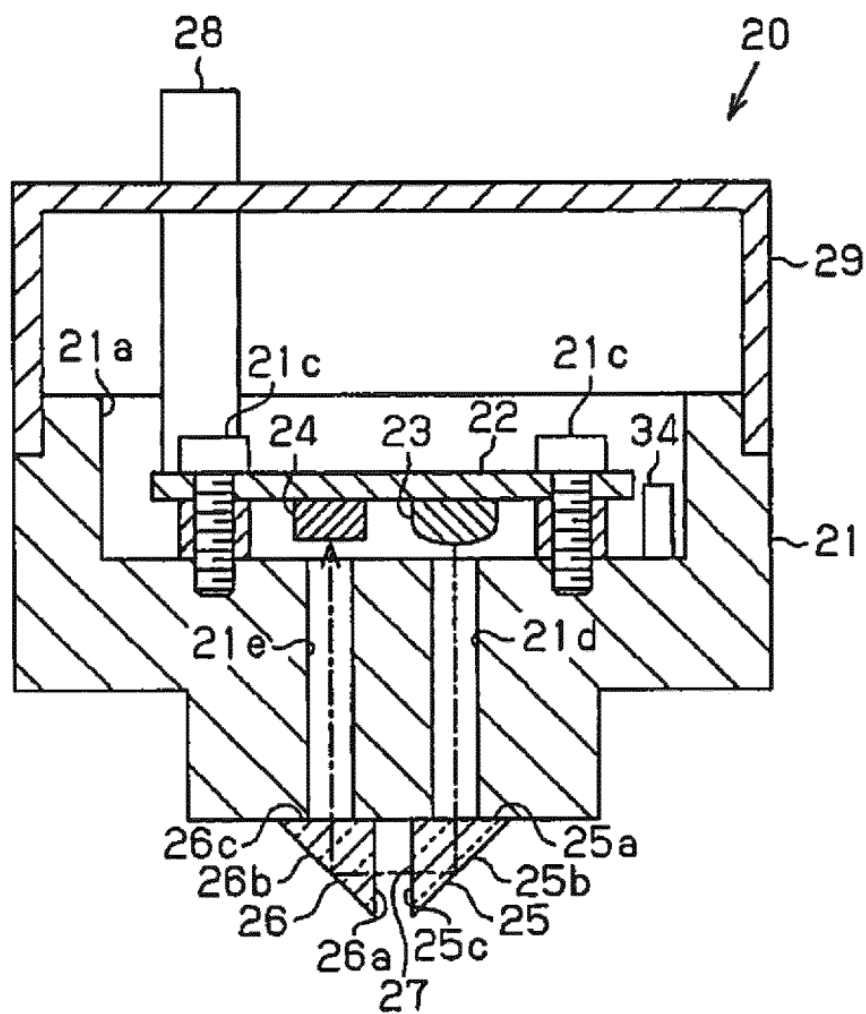


Fig. 2

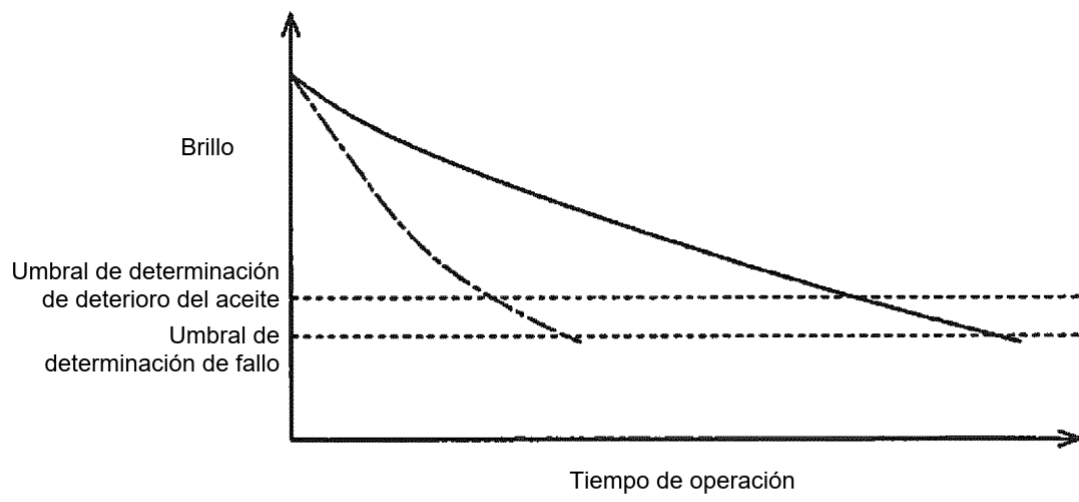


Fig. 3

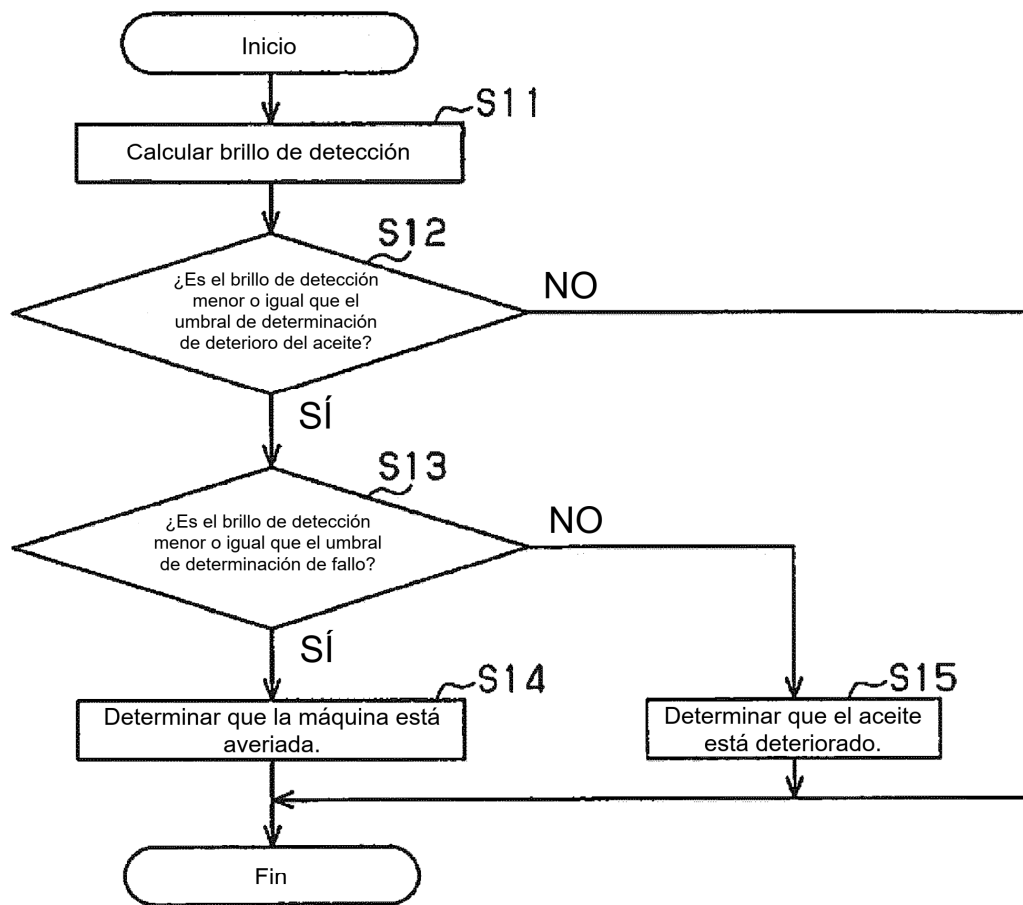


Fig. 4

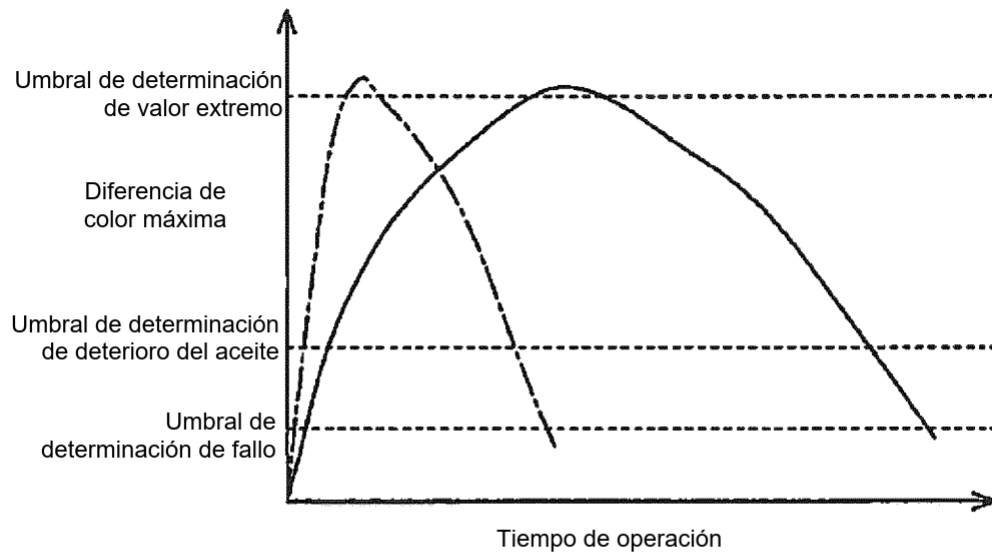


Fig. 5

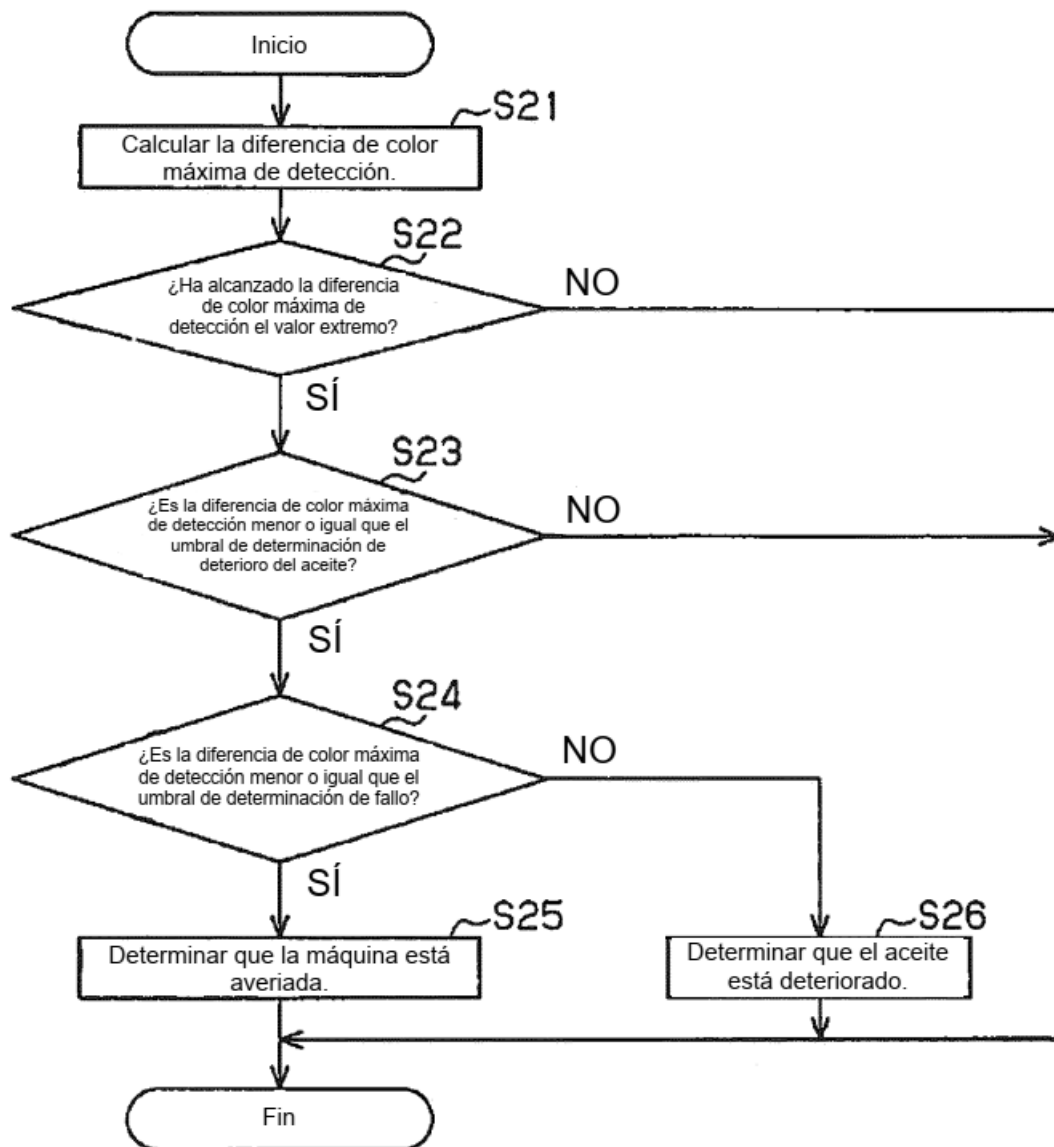


Fig. 6

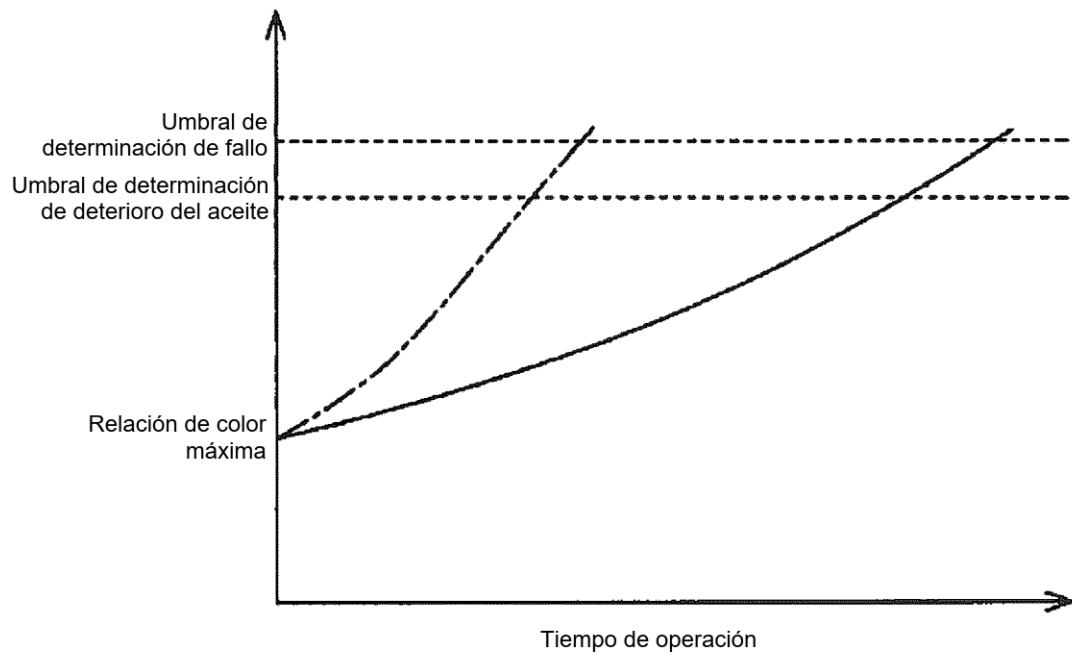


Fig. 7

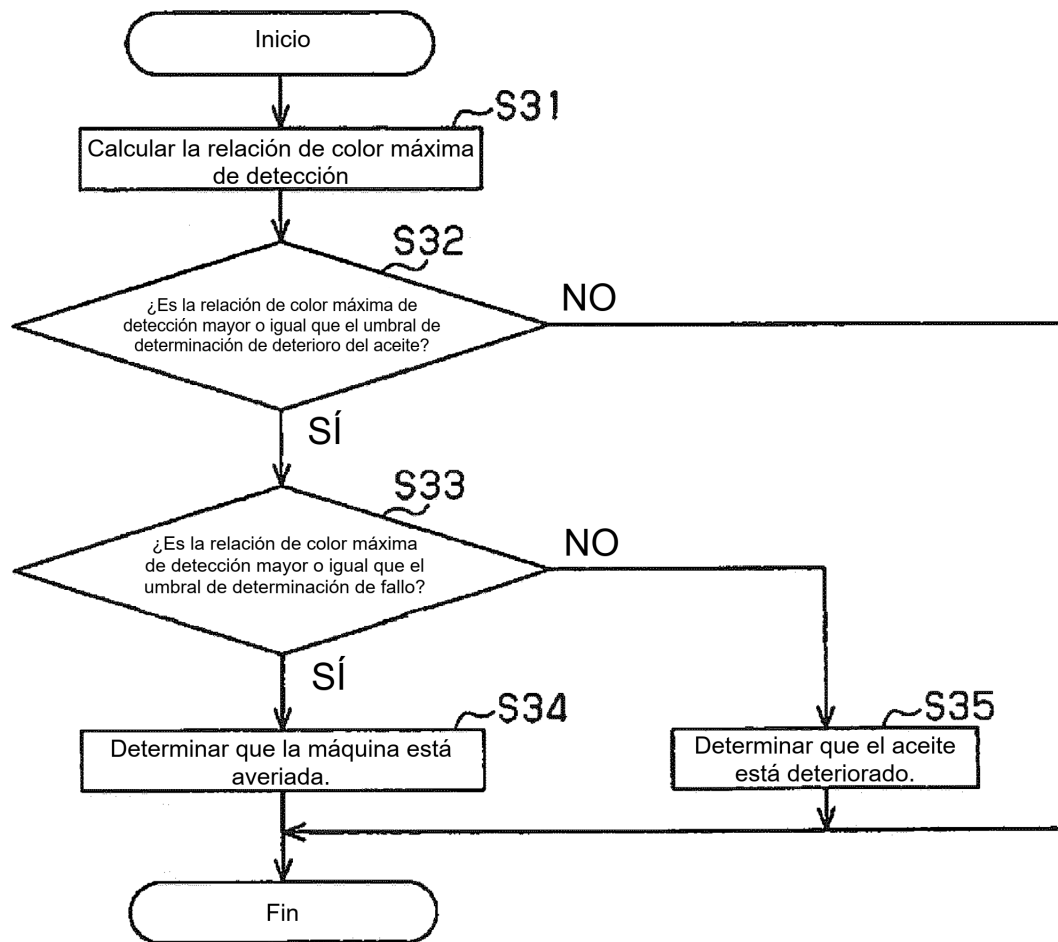


Fig. 8

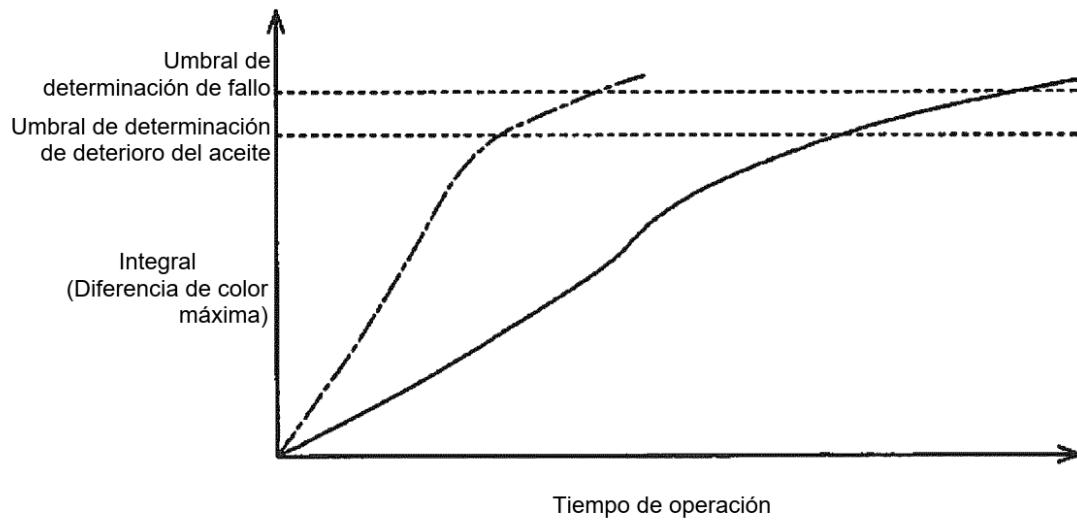


Fig. 9

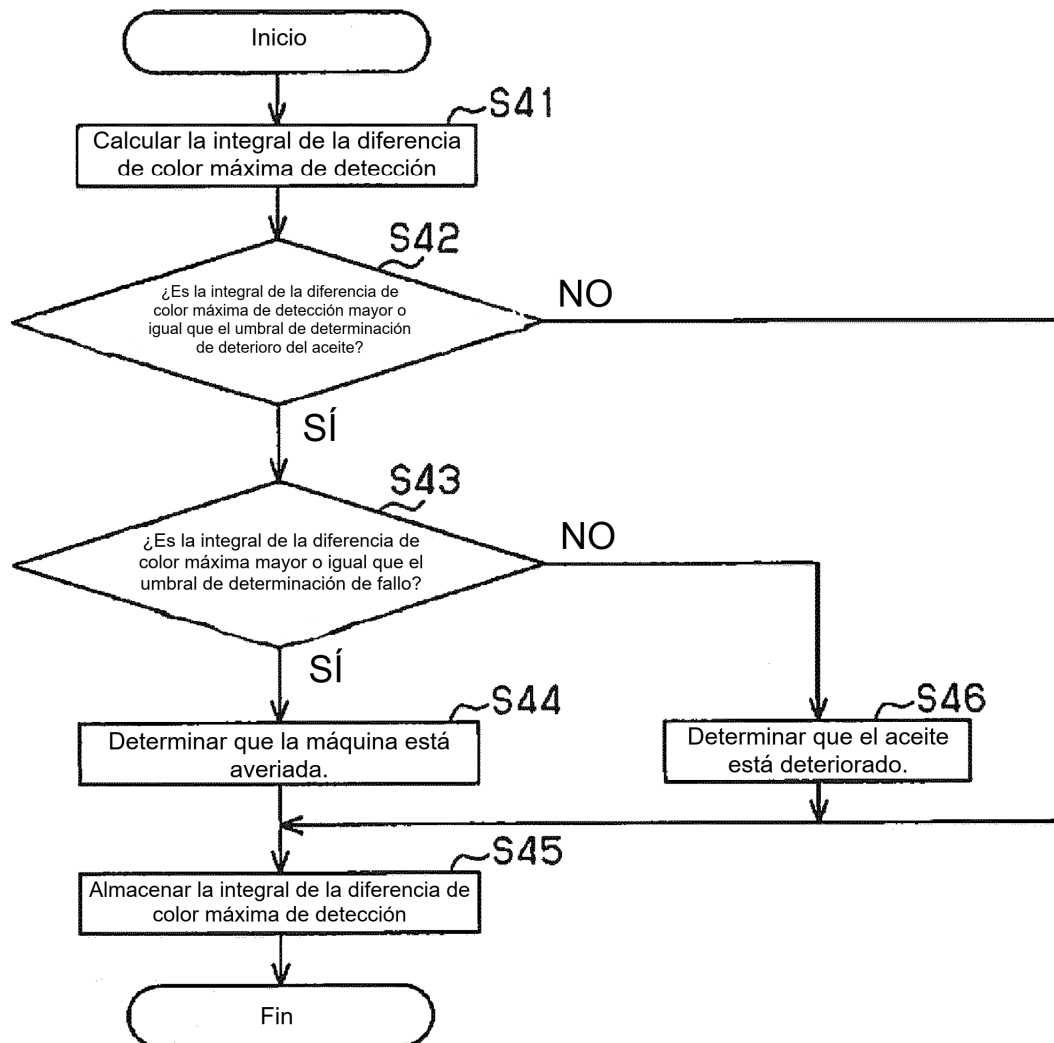


Fig. 10

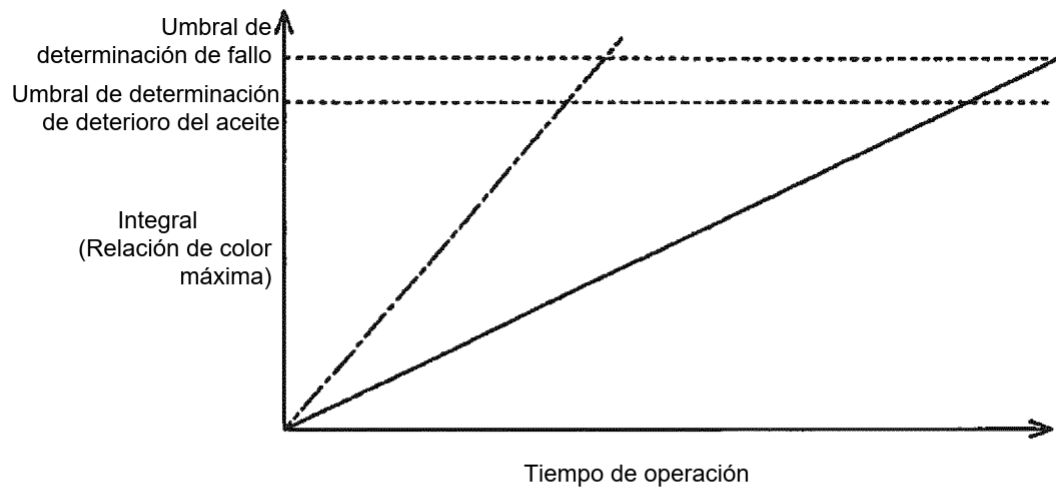


Fig. 11

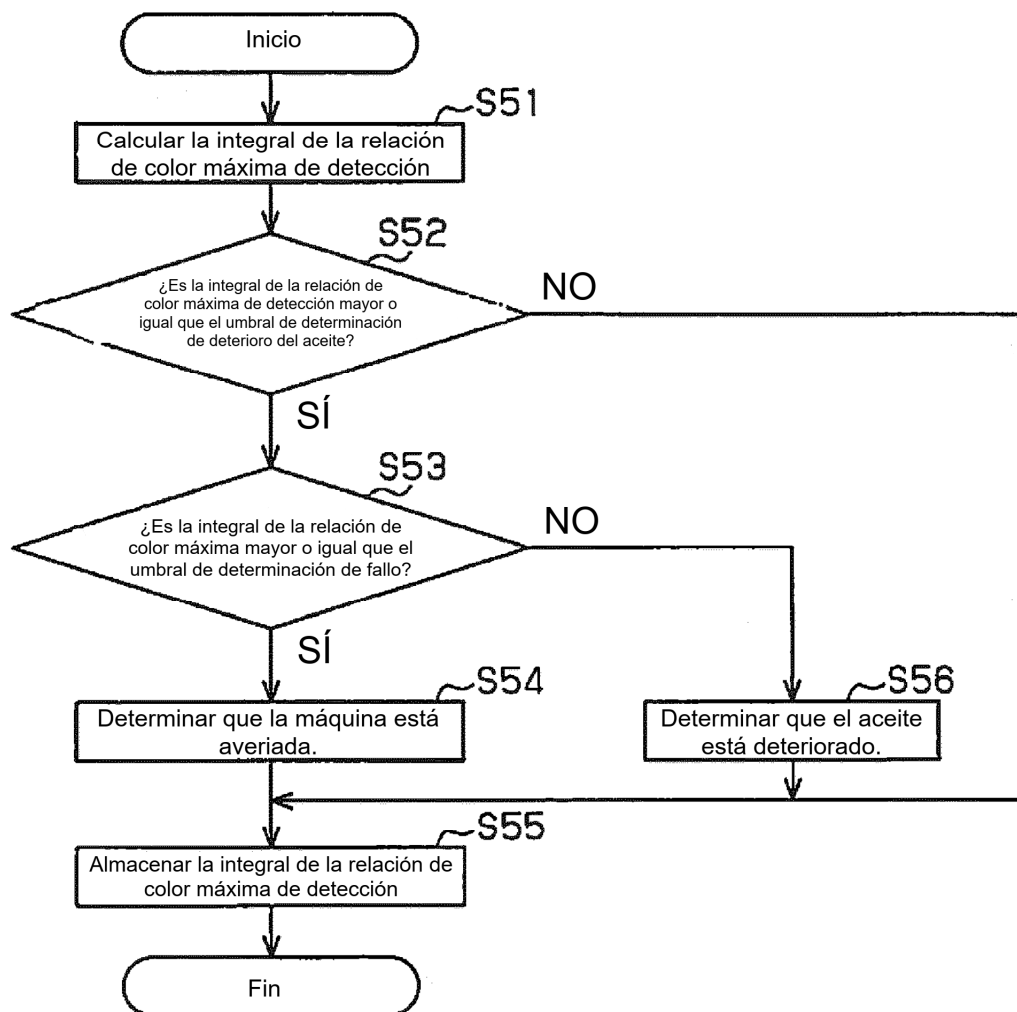


Fig. 12