



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 284 788**

51 Int. Cl.:
G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02252078 .7**

86 Fecha de presentación : **22.03.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1245948**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.10.2002**

54 Título: **Aparato de iluminación y procedimiento para iluminar una superficie curvada.**

30 Prioridad: **23.03.2001 JP 2001-85632**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

73 Titular/es: **Bridgestone Corporation**
10-1, Kyobashi 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-0031, JP

72 Inventor/es: **Kitajima, Toru y**
Kokubu, Takao

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 284 788 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de iluminación y procedimiento para iluminar una superficie curvada.

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato de iluminación en el que, cuando se inspecciona el aspecto externo de una superficie que presenta una parte curvada, se ilumina la superficie que va a inspeccionarse.

De manera convencional, como un aparato en el que, cuando se inspecciona el aspecto externo de una superficie curvada, particularmente una superficie periférica interna de un elemento cóncavo, la superficie curvada que va a inspeccionarse se ilumina sin causar no homogeneidades de reflexión local, está previsto un difusor tal como un filtro de difusión de luz o una placa de difusión de luz para una fuente de luz. La utilización del difusor permite dispersar la luz de manera homogénea por toda la zona que va a iluminarse.

De manera alternativa, puede seleccionarse una luz fluorescente en la que una fuente de luz propiamente dicha emite luz difusa. La luz fluorescente incluye una superficie periférica interna de un tubo fluorescente de forma cilíndrica que está recubierto con un material de difusión de luz. Por tanto, la luz fluorescente propiamente dicha presenta el mismo efecto que el del difusor anteriormente mencionado.

Además, también se considera que la uniformidad de luz a partir de una fuente de luz se efectúa proporcionando una disposición de una pluralidad de fuentes de luz puntuales presentando una pequeña cantidad de luz cada una, por ejemplo, diodos emisores de luz (LED). Aunque cada uno presente una pequeña cantidad de luz, un LED permite la difusión de luz por una zona amplia y puede considerarse como una fuente de luz de superficie.

Según la fuente de luz que presenta la estructura anteriormente mencionada, puede obtenerse una cantidad de luz suficiente necesaria cuando el aspecto externo de una superficie periférica interna de un elemento cóncavo se inspecciona visualmente. Una superficie periférica interna de un neumático es un ejemplo del elemento cóncavo.

Sin embargo, la superficie periférica interna del neumático aplicado como el elemento cóncavo está curvada de una manera tridimensional. Desde el punto de vista de una estructura de neumático, una abertura está formada en un lado interno de una estructura de forma toroidal y están previstas irregularidades en una superficie periférica interna cóncava. En consecuencia, en la fuente de luz que presenta la estructura anteriormente mencionada, es difícil que la luz alcance un lado posterior de una parte convexa, e incluso si la luz se emite de manera uniforme a partir de una fuente de luz, la cantidad de luz recibida por una superficie interna que se irradia de manera práctica con luz se vuelve no uniforme. La cantidad de luz recibida es alternativamente la cantidad de luz reflejada. Como resultado, no puede llevarse a cabo una inspección del aspecto externo de manera apropiada.

También se hace referencia a las exposiciones de los documentos EP-1 043 578 A y US-4 972 093 A.

En vista de las circunstancias anteriormente mencionadas, un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de iluminación en el que, cuando se inspecciona el aspecto externo de una superficie que presenta una parte curvada, puede iluminarse luz

de manera homogénea sobre la superficie que va a inspeccionarse y puede llevarse a cabo la inspección del aspecto externo de manera apropiada.

La presente invención proporciona en un aspecto un aparato de iluminación en el que cuando se inspecciona un aspecto externo de una superficie curvada cóncava interna de un neumático se ilumina la superficie que va a inspeccionarse, que comprende:

un dispositivo de detección de densidad de iluminación que puede detectar la densidad de iluminación de por lo menos una zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse;

una pluralidad de unidades de fuente de luz, comprendiendo cada unidad de fuente de luz un número predeterminado de partes emisoras de luz y una placa de base fabricada de un material flexible, en el que las partes emisoras de luz están montadas sobre la placa de base flexible y emiten luz para iluminar la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse;

un dispositivo de ubicación que comprende un carril de guiado que presenta una configuración en forma de U, estando soportadas las placas de base por dicho carril de guiado de modo que puede hacerse que las unidades de fuente de luz se dirijan a la superficie curvada cóncava interna con un espacio predeterminado entre las mismas; y

un dispositivo de control de la cantidad de luz emitida para controlar una cantidad de luz de las partes emisoras de luz basándose en un resultado de detección mediante el dispositivo de detección de densidad, de modo que puede hacerse que la cantidad de luz reflejada desde la zona que va a inspeccionarse visualmente sea sustancialmente uniforme.

La invención proporciona en otro aspecto un procedimiento para iluminar una superficie curvada cóncava interna de un neumático para asistir a la inspección de un aspecto externo de la superficie curvada utilizando un aparato de iluminación que presenta una pluralidad de unidades de fuente de luz, comprendiendo cada unidad de fuente de luz un número predeterminado de partes emisoras de luz montadas en una placa de base flexible, estando soportadas las placas de base flexibles por un carril de guiado en forma de U, que comprende las etapas siguientes:

(a) colocar el aparato de iluminación en por lo menos una parte de una zona que va a inspeccionarse rotando el carril de guiado por etapas de modo que las unidades de fuente de luz se dirigen a la superficie curvada cóncava interna con un espacio predeterminado entre las mismas, y cuando la pluralidad de unidades de fuente de luz están encendidas con una potencia de salida predeterminada, realizar una captación de imagen de la zona que va a inspeccionarse;

(b) preparar una distribución de densidad de iluminación reuniendo datos de densidad de luz de una parte correspondiente a cada unidad de fuente de luz en la zona que va a inspeccionarse; y

(c) calcular un valor de corriente necesario para cada unidad de fuente de luz utilizando la distribución de densidad de iluminación para cada unidad de fuente de luz, de modo que puede hacerse que la cantidad de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente sea sustancialmente uniforme.

El aparato de iluminación comprende las unidades de fuente de luz que están proporcionadas por el dispositivo de colocación a lo largo de la superficie de una zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse. Como resultado, las unidades de fuente de luz están

dispuestas sustancialmente con un espacio predeterminado con respecto a la superficie.

Sin embargo, en un caso en el que la superficie está formada de modo que tenga irregularidades, la luz no alcanza una parte cóncava interpuesta entre partes convexas. Incluso si la cantidad de luz de las partes emisoras de luz se hace uniforme, la luz reflejada de por la superficie se convierte en no uniforme. Como resultado, se impide la inspección del aspecto externo.

En consecuencia, en la presente invención, la densidad de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse, se detecta mediante el dispositivo de detección de densidad, y basándose en el resultado de detección, se aumenta o disminuye la cantidad de luz de las partes emisoras de luz. Mediante la utilización de una pluralidad de unidades de fuente de luz, puede aumentarse o disminuirse la cantidad de luz para cada unidad de fuente de luz.

En otras palabras, se aumenta la cantidad de luz de una unidad de fuente de luz correspondiente a una zona a la que no alcanza la luz, y se disminuye la cantidad de luz de una unidad de fuente de luz correspondiente a una zona en la que la cantidad de luz reflejada aumenta localmente debido a una reflexión irregular o similar. Como resultado, puede hacerse que la cantidad de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente sea sustancialmente uniforme, y puede llevarse a cabo de manera apropiada la inspección del aspecto externo para comprobar la existencia de un defecto o similar.

En la presente invención, el dispositivo de control de la cantidad de luz emitida está formado preferentemente por: un dispositivo de preparación de distribución de densidad para, basándose en un resultado de detección de densidad a partir del dispositivo de detección de densidad, preparar una distribución de densidad de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse; y un dispositivo de aumento/disminución de la cantidad de luz emitida para aumentar o disminuir una cantidad de luz emitida de las partes emisoras de luz de modo que la distribución de densidad preparada por el dispositivo de preparación de distribución de densidad se hace uniforme.

La presente invención proporciona un control de cantidad de luz de las partes emisoras de luz. Esto es, se prepara una distribución de densidad de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse basándose en un resultado de detección mediante el dispositivo de detección de densidad, y la cantidad de luz emitida por las partes emisoras de luz se aumenta o disminuye de modo que la distribución de densidad preparada se vuelve uniforme. La distribución de densidad se basa en la cantidad de luz reflejada en el momento de llevar cabo la inspección del aspecto externo. Por tanto, puede hacerse apropiada una condición bajo la que un operario lleva a cabo visualmente una inspección del aspecto externo.

En la presente invención, más preferentemente, un valor de densidad de referencia incluido en la distribución de densidad uniforme es un valor de densidad previamente definido.

Según la presente invención, es necesario un valor de referencia en la distribución de densidad uniforme. Más preferentemente, es suficiente con que, debido a un valor de densidad de referencia previamente definido, las cantidades de luz de todas las partes emisoras de luz pueden aumentarse o disminuirse para convertirse en el valor de densidad previamente definido.

En la presente invención, aún más preferentemente, un valor de densidad de referencia incluido en la distribución de densidad uniforme es un valor de densidad promedio de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse.

Según la presente invención, el valor de densidad de referencia incluido en la distribución de densidad uniforme se define como un valor de densidad promedio de una distribución de densidad detectada. Por tanto, no es necesario definir previamente una densidad de referencia.

En la presente invención, la superficie de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse es una superficie periférica interna de un elemento cóncavo, específicamente un neumático.

Cuando la superficie de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse es una superficie periférica interna de un neumático, incluso si se fija la cantidad de luz emitida, es difícil obtener una cantidad uniforme de luz reflejada. En este caso, el efecto de la presente invención puede ponerse de manifiesto de manera suficiente.

De manera particular en una estructura de neumático, se proporciona una abertura en un lado interno de una configuración de forma toroidal. Por tanto, las cantidades de luz de las unidades de fuente de luz pueden alcanzar fácilmente la superficie periférica interna, y son aptas para hacerse no uniformes. Debido a la aplicación de la presente invención a la inspección del aspecto externo para la superficie periférica interna de un neumático, no hay posibilidad de que un operario no se dé cuenta de un fallo o similar, o no reconozca una zona oscura como un fallo. Como resultado, puede mejorarse la eficacia de inspección.

La invención se describirá asimismo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama que muestra un caso en el que se aplica un aparato de iluminación según una realización de la presente invención a una iluminación utilizada para inspeccionar el aspecto externo de una superficie periférica interna de un neumático;

la figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;

la figura 3 es una vista en perspectiva que muestra un estado en el que un carril de guiado y una unidad de fuente de luz están ensamblados;

la figura 4 es una vista frontal que muestra el tipo o tamaño de una unidad de fuente de luz;

la figura 5 es un diagrama de bloques de control para el ajuste de la cantidad de luz en el aparato de iluminación;

la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de control para el ajuste de la cantidad de luz en el aparato de iluminación;

la figura 7 es una vista en perspectiva que muestra la estructura de un aparato de iluminación para la inspección automática según un ejemplo modificado;

la figura 8 es una vista lateral que muestra la relación de posición relativa entre una cámara y una iluminación.

La figura 1 muestra una sección transversal de un neumático 10 radial neumático (al que a partir de ahora en la presente memoria se hará referencia simplemente como "neumático 10") que se utiliza como un elemento que va a inspeccionarse visualmente mediante el aparato de iluminación 100 según una realización de la presente invención.

El neumático 10 comprende una carcasa 14 aco-

plada con y fijada alrededor de un alambre 12 de talón incrustado en una parte de talón 11 doblándolo de nuevo desde el interior al exterior del neumático, un refuerzo 15 de talón dispuesto entre una parte de cuerpo principal 14A y una parte doblada 14B de la carcasa 14, una parte de rodadura 16 ubicada en una parte de corona de la carcasa 14, una parte de pared lateral 18 ubicada en una parte lateral de la carcasa 14, y capas de correa 20A y 20B que presentan una estructura de dos capas dispuesta en el lado interno de la parte de rodadura 16.

En la parte de rodadura 16, está formada una pluralidad de surcos 24 principales de dirección circunferencial para extenderse a lo largo de una dirección circunferencial del neumático. En la presente forma de realización, hay cuatro surcos principales en total, esto es, dos surcos principales están formados en cada uno de ambos lados de un plano CL ecuatorial del neumático de la figura 1.

La producción del neumático 10 que presenta la estructura anteriormente mencionada incluye un proceso de inspección visual del aspecto externo de una superficie periférica interna. En el proceso de inspección visual, en un estado en el que el neumático 10 está montado en un dispositivo de soporte (no mostrado), la superficie periférica interna del neumático 10 está iluminada por un aparato de iluminación 100.

El aparato de iluminación 100 está formado por una pluralidad de unidades 104 de fuente de luz soportadas por un carril de guiado 102 sustancialmente con forma de U, y un motor 108 con un árbol 106 de rotación montado en un extremo inferior del carril de guiado 102. El extremo del árbol 106 de rotación del motor 108 está sostenido por una escuadra 110. Una sección de control 112 para controlar las unidades 104 de fuente de luz y el motor 108 está montada en la escuadra 110.

Tal como muestra la figura 2, el motor 108 se acciona por etapas con un ángulo predeterminado en un momento para provocar la rotación de las unidades 104 de fuente de luz a lo largo de la superficie periférica interna del neumático 10 en un intervalo de 360 grados. En otras palabras, una zona que va a inspeccionarse visualmente está dividida en diferentes secciones y se ilumina cada una de las secciones divididas.

En la presente forma de realización, las unidades 104 de fuente de luz se hacen rotar en relación al neumático 10. Sin embargo, puede hacerse rotar el neumático 10 utilizando un mecanismo de rotación previsto en el dispositivo de soporte.

Tal como muestra la figura 3, el carril de guiado 102 está formado por un par de partes de carril 102A y 102B enfrentadas entre sí y dispuestas en paralelo entre sí. Además, la unidad 104 de fuente de luz está formada con una pluralidad de LED 116 montados sobre una placa de base 114 flexible. La unidad 104 de fuente de luz está soportada de tal modo que ambos extremos de la placa de base 114 en la dirección a lo ancho de la misma están alojados en partes de surco 102C que están formadas respectivamente en superficies enfrentadas del par de partes de carril 102A y 102B. En la figura 3, sólo se muestra una parte de surco 102C de la parte de carril 102A.

El carril de guiado 102 está doblado para presentar una configuración sustancialmente en forma de U. Aunque la pluralidad de placas de base 114 esté curvada puede insertarse de manera secuencial desde ex-

tremos en dirección a lo largo de las partes de carril 102A y 102B.

Puede hacerse que la unidad 104 de fuente de luz así soportada se dirija a la superficie periférica interna del neumático 10 con un espacio predeterminado entre las mismas.

Tal como muestra la figura 4, las placas de base 114 de las unidades 104 de fuente de luz son de tamaño diferente. Se utiliza una placa de base 114A de tamaño relativamente grande para una parte de curvatura baja en la superficie periférica interna del neumático 10, y se utiliza una placa de base 114B de tamaño relativamente pequeño para una parte de curvatura elevada. En la presente realización, el número de LED 116 montados sobre la placa de base 114 puede definirse en el intervalo de 3 a 60.

Debido a las placas de base 114 dispuestas de este modo, cuando los LED 116 están todos encendidos con la misma cantidad de luz, puede iluminarse una zona que va a inspeccionarse visualmente en la superficie periférica interna del neumático 10. Los LED 116 que emiten luz verde o roja son los más adecuados para la inspección de la superficie periférica interna del neumático 10, aunque también pueden utilizarse LED que emiten luz blanca o de otros colores.

Tal como muestran las figuras 1 y 2, un par de CCD 118 que sirven como dispositivo de detección de densidad está montado en el carril de guiado 102 a través de elementos de sujeción 120. El CCD 118 sirve para captar la imagen de una zona que va a inspeccionarse visualmente, zona que está iluminada por las unidades 104 de fuente de luz.

Tal como muestra la figura 5, el CCD 118 está conectado a través de un convertidor 121 A/D a una sección de preparación de distribución de densidad 122. En la sección de preparación de distribución de densidad 122, se lleva a cabo un análisis de la distribución de densidad de la zona que va a inspeccionarse visualmente basándose en datos (datos de densidad) obtenidos mediante la captación con el CCD.

Los datos de distribución de densidad preparada se transmiten a una sección de cálculo de la diferencia 124. También se introducen datos de la cantidad de luz objetivo a partir de una sección de designación de la cantidad de luz objetivo 126 en la sección de cálculo de la diferencia 124. En consecuencia, en la sección de cálculo de la diferencia 124, se calcula una diferencia entre los datos de la cantidad de luz objetivo y cada uno de los datos de distribución de densidad por separado para cada ángulo de campo predeterminado. Los ángulos de campo separados se clasifican para cada unidad 104 de fuente de luz.

El resultado del cálculo en la sección de cálculo de la diferencia 124 se transmite a una sección de cálculo de salida 128. En la sección de cálculo de salida 128, se calcula la cantidad de luz emitida por cada unidad 104 de fuente de luz y se convierte en un valor de corriente. El valor convertido se proporciona adicionalmente a una sección de suministro de potencia de iluminación 130.

Se permite que la sección de suministro de potencia de iluminación 130 suministre una corriente diferente para cada unidad 104 de fuente de luz. En consecuencia, los LED 116 de cada unidad 104 de fuente de luz se encienden basándose en un valor de corriente suministrado por la sección de suministro de potencia de iluminación 130.

Como resultado, las unidades 104 de fuente de luz

presentan diferentes cantidades de luz emitida, aunque puede hacerse que la cantidad resultante de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente del neumático 10 sea sustancialmente uniforme.

A continuación, se describirá el funcionamiento de la presente realización.

En primer lugar, se explicará un procedimiento de inspección. El árbol 106 de rotación del motor 108 está fijado en una posición inicial y se suministra electricidad a las unidades 104 de fuente de luz para encender los LED 116. Debido al encendido de los LED 116 puede iluminarse la zona que va a inspeccionarse visualmente, que está ubicada en el lado interno del neumático 10. Un operario inspecciona visualmente el aspecto externo de la zona iluminada con el fin de comprobar la existencia de un fallo.

Cuando la inspección anteriormente mencionada de la zona que va a inspeccionarse visualmente está completada, se acciona el motor 108 para que rote el árbol 106 de rotación un ángulo predeterminado. Como resultado, el carril de guiado 102 gira alrededor del árbol 106 de rotación un ángulo predeterminado y las unidades 104 de fuente de luz se ubican en una posición correspondiente a una zona adyacente que va a inspeccionarse visualmente a continuación.

Una zona iluminada por los LED 116 en este momento es diferente de la zona para la que se completó la inspección visual. Un operario vuelve a llevar a cabo una inspección para la zona siguiente.

Cuando la operación anteriormente mencionada se realiza por etapas hasta completar una rotación de 360 grados del árbol 106 de rotación, se completa una inspección del aspecto externo de la superficie periférica interna del neumático 10.

Los LED 116 están montados sobre la placa de base 114 flexible, que está arqueada a lo largo del carril de guiado 102 arqueado, y dispuesta para dirigirse a la superficie periférica interna del neumático 10 con un ángulo predeterminado entre las mismas. Por tanto, puede hacerse que la fuente de luz comprendida por los LED 116 se dirija a la superficie periférica interna del neumático 10 y la luz de iluminación puede dispersarse por la superficie.

Sin embargo, se hace que la superficie periférica interna del neumático 10 se hace irregular y en la superficie existe una parte mediante la que se intercepta la luz que avanza en sentido recto. Por este motivo, se produce una parte sombreada debido a la intercepción de la luz de iluminación por las irregularidades, y la cantidad de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente en el neumático 10 se hace no uniforme.

En la presente forma de realización, con el fin de eliminar la no uniformidad en la cantidad de luz reflejada, se ajusta la cantidad de luz emitida por los LED 116, en la sección de control 112, para cada zona va a inspeccionarse visualmente basándose en datos de imagen captada por el CCD 118 para la superficie periférica interna del neumático 10. A continuación en la presente memoria se dará una descripción de una rutina de control para el ajuste de la cantidad de luz con referencia a la figura 6.

En primer lugar, en la etapa 200, se determina si las unidades de fuente de luz están ubicadas en una zona que va a inspeccionarse visualmente. Esto es, esta determinación se hace afirmativa cuando se acciona el motor 108 para rotar el árbol 106 de rotación

y el carril de guiado 102 está ubicado en una posición predeterminada.

En la etapa 202 siguiente, los LED 116 montados en cada unidad 104 de fuente de luz no están encendidos con la potencia de salida máxima, y preferentemente encendidos a una tasa predeterminada (por ejemplo, del 50%). En este caso, si los LED 116 están encendidos con una tasa inferior al 40% de potencia de salida máxima, no se da una cantidad suficiente de luz. Si los LED 116 se encienden a una tasa superior al 80%, el intervalo en el que puede controlarse un aumento de la cantidad de luz no se obtiene de manera suficiente. Esto es, se permite algo de libertad en un intervalo de potencia de salida cuando la cantidad de luz se aumenta en un funcionamiento para aumentar y disminuir la cantidad de luz, que se describirá posteriormente. Mientras se permite una libertad tal, puede aumentarse la cantidad de luz de una parte emisora de luz correspondiente a una parte que presenta una densidad elevada, en la que la cantidad de luz es baja.

Cuando en la etapa 202 se encienden los LED 116, el procedimiento continúa hacia la etapa 204 y se capta una imagen mediante el CCD 118 de la zona que va a inspeccionarse visualmente, zona que está iluminada por los LED 116.

En la etapa 206 siguiente, se prepara una distribución de densidad de la cantidad de luz reflejada de la zona que va a inspeccionarse visualmente basándose en los datos captados. Aunque, en este momento, es suficiente con que se fije la densidad de la zona que va a inspeccionarse visualmente, puede producirse una no homogeneidad de densidad tal como se describió anteriormente. En otras palabras, una zona de alta densidad es una parte a la que no llega la luz, y una zona de baja densidad es una parte a la que llega luz excesivamente o la luz converge debido a una reflexión irregular o similar.

En la etapa 208, se dividen los datos de distribución de densidad preparada para cada una de la pluralidad de ángulos de campo y se clasifican las partes divididas para cada ángulo de campo en el que la zona que va a inspeccionarse visualmente se ilumina mediante cada una de las unidades 104 de fuente de luz.

En la etapa 210, se extraen los datos de la cantidad de luz objetivo previamente definidos. En la etapa 212 siguiente, se calcula una diferencia entre los datos de la cantidad de luz objetivo y los datos de la cantidad de luz para cada ángulo de campo calculado en la etapa 208 anteriormente mencionada.

En la etapa 214, se calcula un valor de corriente de accionamiento para cada unidad 104 de fuente de luz a partir de la diferencia calculada. Posteriormente, en la etapa 216, se transmite el valor de corriente de accionamiento calculado a la sección de suministro de potencia de iluminación 130.

En la etapa 218, se controla cada unidad 104 de fuente de luz para su encendido basándose en el valor de corriente de accionamiento calculado en la sección de suministro de potencia de iluminación 130.

Tal como se describió anteriormente, en la presente realización, se capta una imagen mediante el CCD 118 de la zona que va a inspeccionarse visualmente, que se ilumina mediante el encendido de los LED 116, y basándose en el resultado de la captación, se prepara la distribución de densidad de la zona que va a inspeccionarse visualmente, y una diferencia entre

una cantidad de luz objetivo y una cantidad de luz para cada ángulo de campo de la distribución de densidad en cuya zona se ilumina por cada unidad de fuente de luz 104, permitiendo con ello la corrección de la cantidad de luz. Como resultado, puede hacerse que la cantidad resultante de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente en la superficie periférica interna del neumático 10 sea uniforme. En consecuencia, es posible que un operario pueda llevar a cabo una inspección del aspecto externo de un estado de una cantidad uniforme de luz. Además, incluso si la superficie periférica interna del neumático 10 se realiza de manera regular, puede llevarse a cabo una inspección del aspecto externo de manera apropiada.

La presente realización se describió en el caso de una inspección del aspecto externo que se lleva a cabo visualmente por un operario, pero una inspección automática puede llevarse a cabo sustancialmente con la misma precisión que la inspección visual llevando a cabo el ajuste anteriormente mencionado de la cantidad de luz.

En otras palabras, de manera convencional, se escanea una superficie que va a inspeccionarse mediante una cámara por zonas CCD o un sensor lineal CCD para permitir captar una imagen de la misma, y se compara una densidad de la imagen captada o similar con un nivel de referencia, haciendo así posible determinar si es buena o mala. Sin embargo, este procedimiento carece de fiabilidad por la no uniformidad en la cantidad de luz reflejada. Por otro lado, es posible mantener una fiabilidad llevando a cabo el ajuste de la cantidad de luz explicado en la presente realización. Por ejemplo, tal como muestra la figura 7, sensores 150, 152 y 154 lineales CCD están dispuestos en la superficie lateral de la parte de carril 102B para dirigirse tanto a la superficie lateral como la superficie inferior de una superficie que va a inspeccionarse. Cuando se hace que el carril de guiado 102 de una vuelta en la dirección circunferencial del neumático, puede escanearse toda la zona en la superficie periférica interna del neumático mediante los sensores 150, 152 y 154 lineales CCD.

En este caso, tal como muestra la figura 8, cuando

un eje óptico de una cámara para captar una imagen de inspección se hace que sea vertical con respecto a la superficie que va a inspeccionarse, y un eje óptico de una iluminación se hace que forme un ángulo de 45 grados con respecto a la superficie que va a inspeccionarse, puede aumentarse adicionalmente la precisión para detectar un fallo en la superficie que va a inspeccionarse. Como cámara, puede utilizarse o bien una cámara por zonas o bien un sensor lineal.

Además, debido a la previsión de una pluralidad de CCD 118 para su correspondencia con dos superficies laterales y una superficie inferior de la periferia interna del neumático, puede aumentarse la resolución de lectura.

En la presente forma de realización, se compara la distribución de densidad preparada a partir de un resultado de captación por el CCD 118 con una cantidad de luz objetivo (cálculo de la diferencia). Sin embargo, puede calcularse una diferencia entre una densidad promedio calculada a partir de la distribución de densidad y una cantidad de luz para cada ángulo de campo sin utilizar la cantidad de luz objetivo. Cuando la cantidad de luz no es suficiente, puede aumentarse la cantidad de luz de cada una de las unidades de fuente de luz.

Además, se utiliza el par de CCD 118 como dispositivo de detección de densidad, aunque puede utilizarse un único CCD. Alternativamente, pueden utilizarse también otros sensores de densidad.

Por otra parte, un dispositivo para calcular una corriente de accionamiento de potencia de salida a partir de una distribución de densidad no está limitado a un cálculo de la diferencia. Por ejemplo, puede aplicarse un sistema de encendido individual, cálculo de peso difuso, algoritmo genético o similar.

Tal como se describió anteriormente, la presente invención tiene un efecto excelente porque una superficie que presenta una parte curvada puede irradiarse de manera uniforme con luz tal como una superficie cuyo aspecto externo va a inspeccionarse y cuya inspección del aspecto externo puede llevarse a cabo de manera apropiada.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de iluminación (100) en el que cuando se inspecciona un aspecto externo de una superficie curvada cóncava interna de un neumático (10), la superficie que va a inspeccionarse se ilumina, que comprende:

un dispositivo de detección de densidad de iluminación (118) que pueda detectar la densidad de iluminación de por lo menos una zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse;

una pluralidad de unidades (104) de fuente de luz, comprendiendo cada unidad (104) de fuente de luz un número predeterminado de partes emisoras de luz (116) y una placa de base (114) fabricada de un material flexible, en el que las partes emisoras de luz (116) están montadas sobre la placa de base (114) flexible y emiten luz para iluminar la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse;

un dispositivo de ubicación (102, 106, 108) que comprende un carril de guiado (102) que presenta una configuración en forma de U, estando soportadas las placas de base (114) por dicho carril de guiado (102) de tal modo que puede hacerse que las unidades (104) de fuente de luz puedan dirigirse a la superficie curvada cóncava interna en un espacio predeterminado entre las mismas; y

un dispositivo de control de la cantidad de luz emitida (112, 122, 124, 126, 128, 130) para controlar una cantidad de luz de las partes emisoras de luz (116) basándose en un resultado de detección mediante el dispositivo de detección de densidad (118), de tal modo que puede hacerse que la cantidad de luz reflejada desde la zona que va a inspeccionarse visualmente sea sustancialmente uniforme.

2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el dispositivo de control de la cantidad de luz emitida está formado por:

un dispositivo (122) para preparar la distribución de densidad de iluminación para, basándose en un resultado de detección de densidad de iluminación del dispositivo de detección de densidad, preparar una distribución de densidad de iluminación de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse; y

un dispositivo de aumento/disminución de la cantidad de luz emitida (112, 128, 130) para aumentar o disminuir una cantidad de luz emitida desde las partes emisoras de luz (116) de tal modo que la distribución de densidad de iluminación preparada por el dispositivo de preparación de distribución de densidad (122) se hace uniforme.

3. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** porque un valor de densidad de iluminación de referencia incluido en la distribución de densidad de

iluminación uniforme es un valor de densidad de iluminación previamente definido.

4. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** porque un valor de densidad de iluminación de referencia incluido en la distribución de densidad de iluminación uniforme es un valor de densidad de iluminación promedio de la zona cuyo aspecto externo va a inspeccionarse.

5. Procedimiento para la iluminación de una superficie curvada cóncava interna de un neumático (10) para asistir a la inspección de un aspecto externo de la superficie curvada utilizando un aparato de iluminación (100) que presenta una pluralidad de unidades (104) de fuente de luz, comprendiendo cada unidad de fuente de luz un número predeterminado de unas partes emisoras de luz (116) montadas en una placa de base flexible (114), estando soportadas las placas de base flexibles (114) por un carril de guiado (102) en forma de U, que comprende las etapas siguientes:

(a) colocar el aparato de iluminación (100) en por lo menos una parte de una zona que va a inspeccionarse rotando el carril de guiado (102) por etapas de tal modo que las unidades (104) de fuente de luz se dirigen a la superficie curvada cóncava interna en un espacio predeterminado entre las mismas, y cuando la pluralidad de unidades (104) de fuente de luz están encendidas con una potencia de salida predeterminada, realizar una captación de imagen de la zona que va a inspeccionarse;

(b) preparar una distribución de densidad de iluminación reuniendo datos de densidad de luz de una parte correspondiente a cada unidad (104) de fuente de luz en la zona que va a inspeccionarse; y

(c) calcular un valor de corriente necesario para cada unidad (104) de fuente de luz utilizando la distribución de densidad de iluminación para cada unidad de fuente de luz, de tal modo que puede hacerse que la cantidad de luz reflejada por la zona que va a inspeccionarse visualmente sea sustancialmente uniforme.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la etapa de llevar a cabo un cálculo comprende la etapa de preparar una distribución de densidad de iluminación y compararla con una cantidad de luz objetivo.

7. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque la etapa de llevar a cabo un cálculo comprende asimismo la etapa de calcular una densidad de iluminación promedio a partir de la distribución de densidad de iluminación, y calcular una diferencia en la cantidad de luz entre la densidad de iluminación promedio y los datos de densidad de iluminación de una parte correspondiente a cada unidad (104) de fuente de luz.

FIG.1

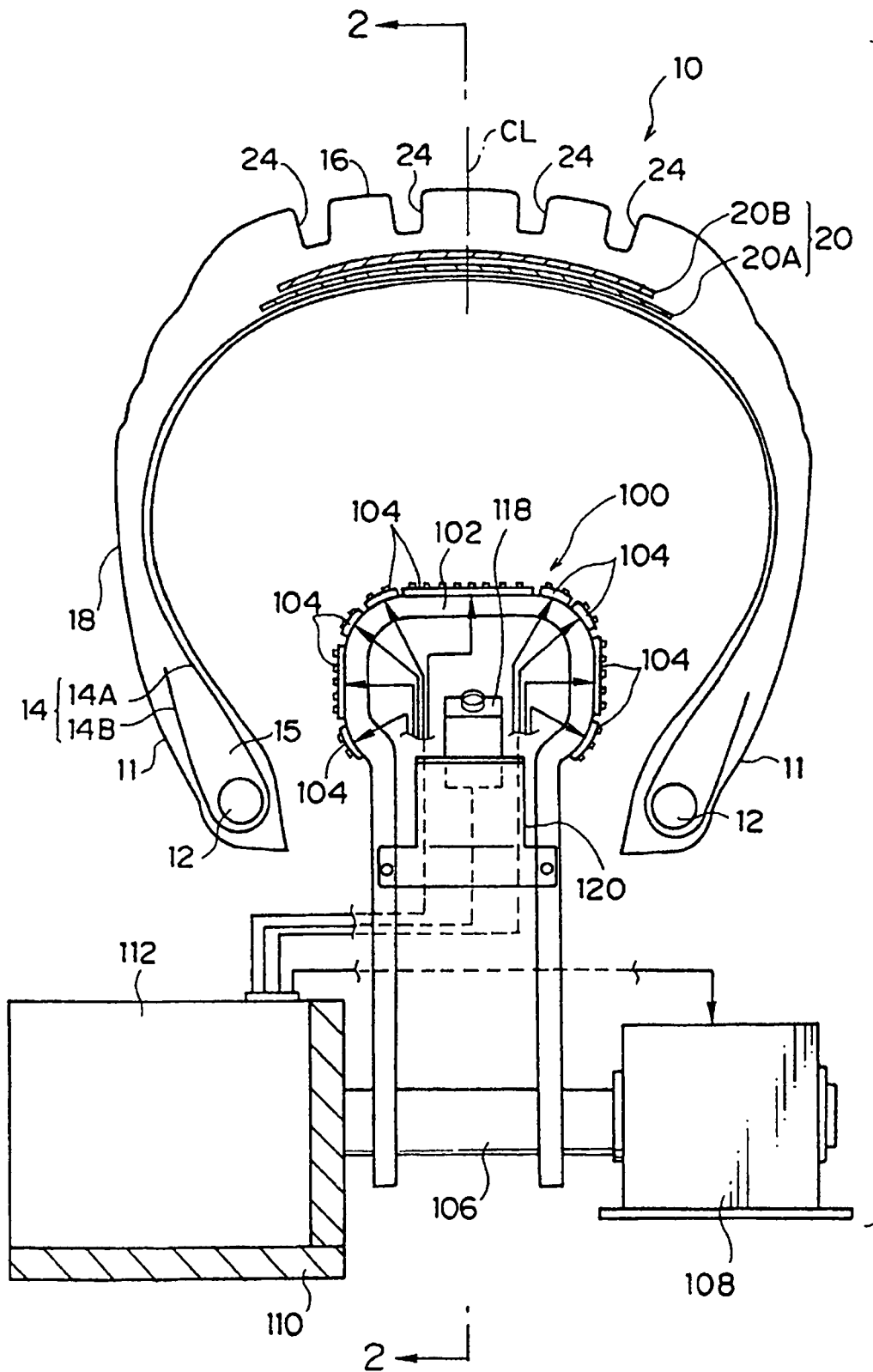


FIG.2

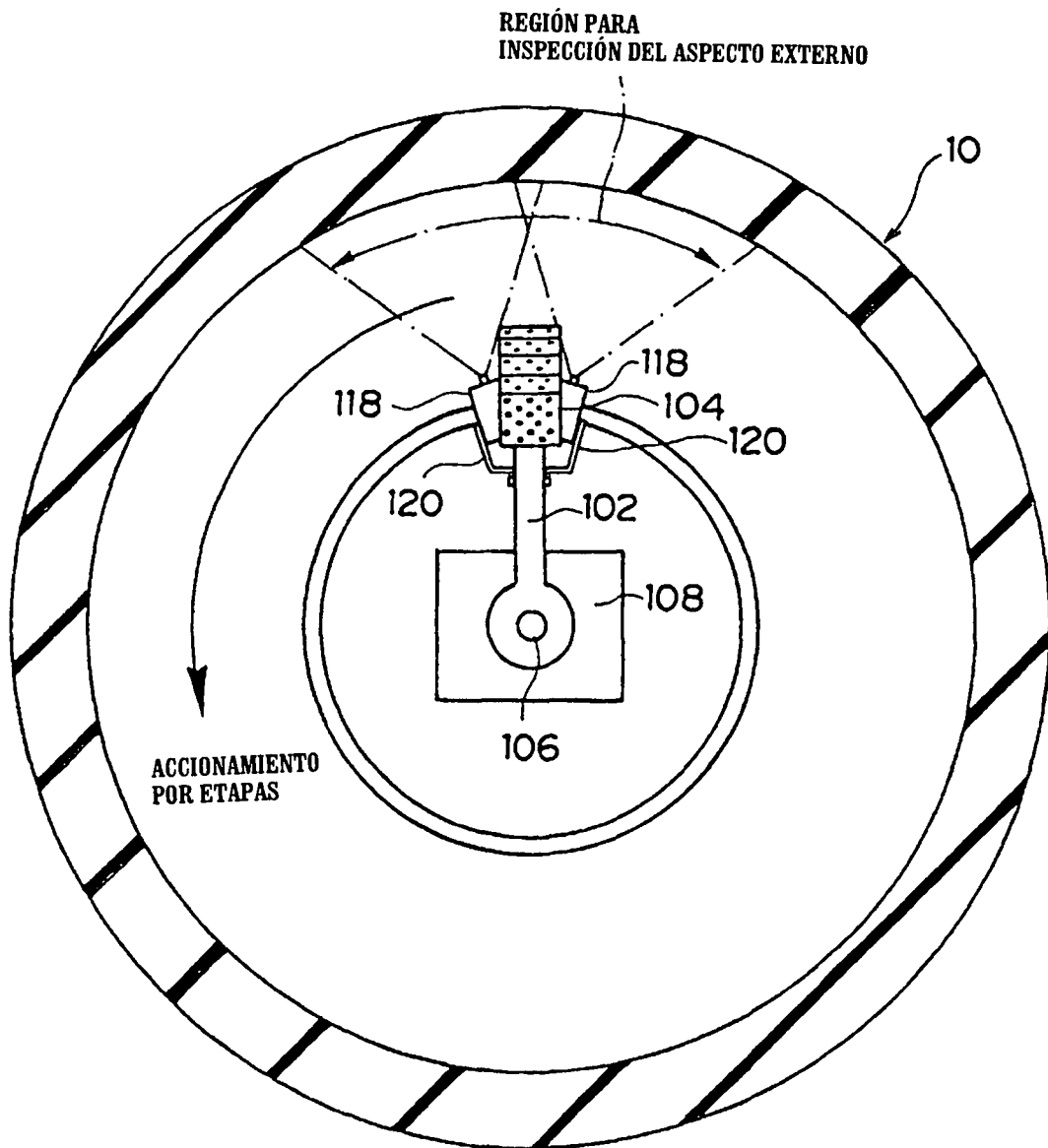


FIG.3

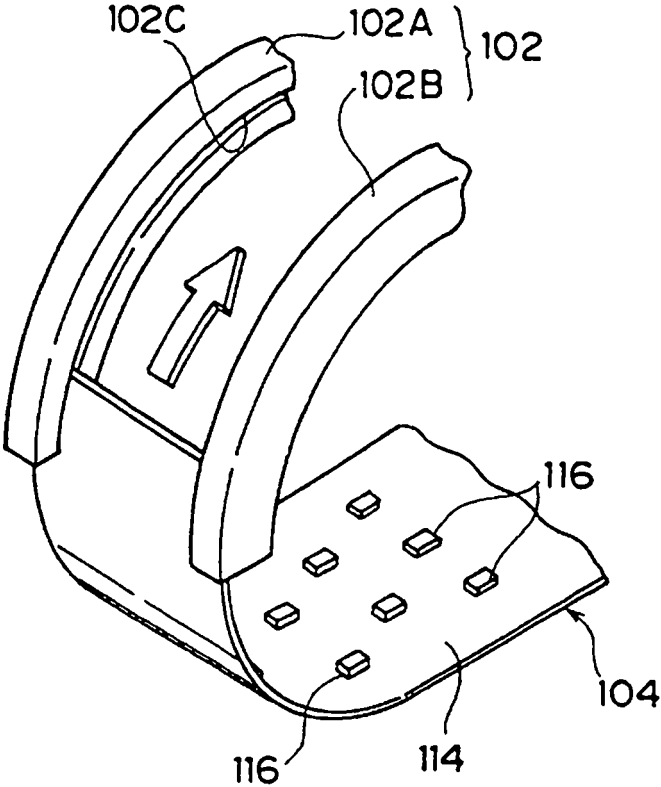


FIG.4

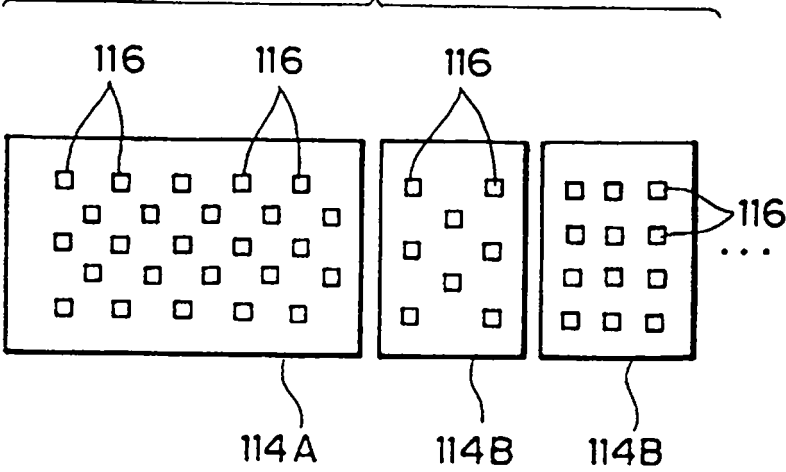


FIG.6

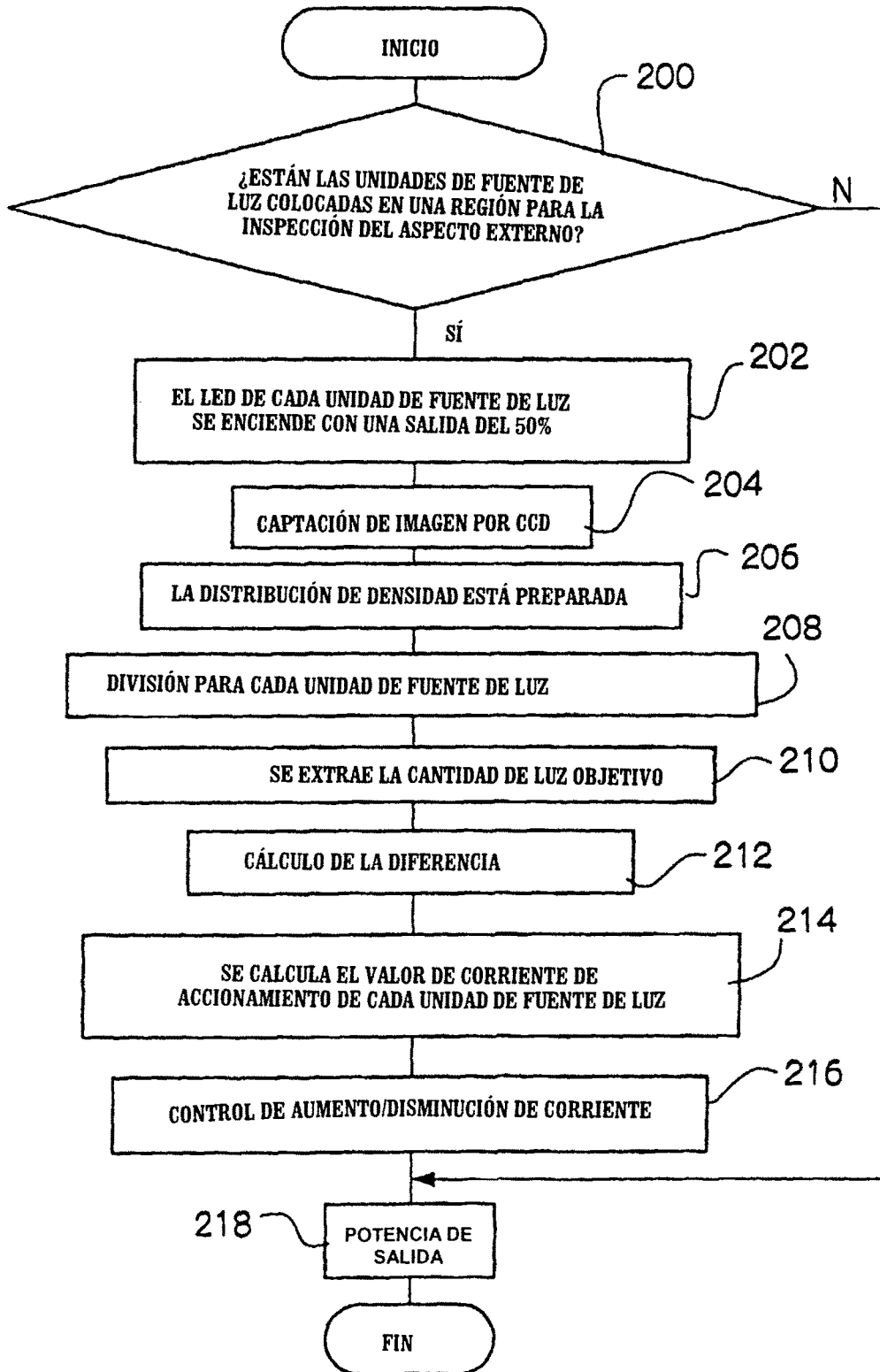


FIG.7

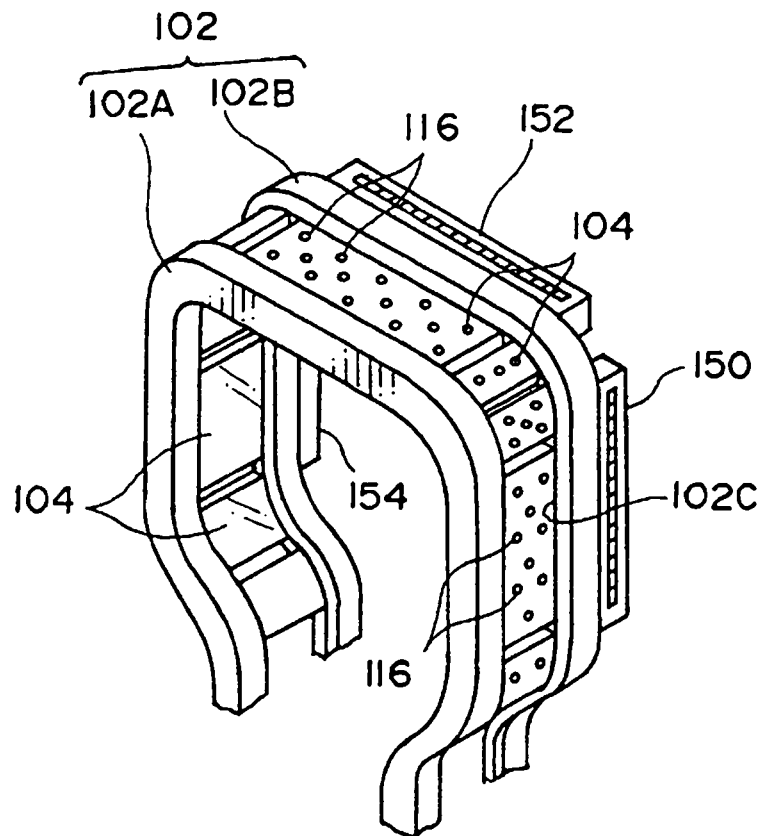


FIG.8

