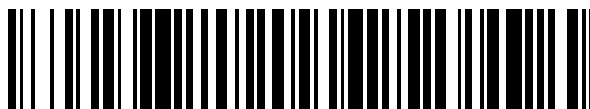


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 554**

51 Int. Cl.:

G01D 5/347 (2006.01)

G01D 5/30 (2006.01)

G01D 3/036 (2006.01)

G01D 5/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2013** **PCT/JP2013/078974**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014** **WO2014065404**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2013** **E 13849910 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** **EP 2835617**

54 Título: **Transductor de posición**

30 Prioridad:

26.10.2012 JP 2012236661

28.03.2013 JP 2013070399

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2017

73 Titular/es:

CITIZEN CHIBA PRECISION CO. LTD (50.0%)

1811-3 Yoshihashi Yachiyo-shi

Chiba 276-0047, JP y

CITIZEN WATCH CO., LTD. (50.0%)

72 Inventor/es:

SATO, HIDEAKI;

OGATA, KAZUNARI;

OHTA, NAOKI;

MORITAKU, ASUKA y

TAKEDA, TOMONORI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 618 554 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

Transductor de posición

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un transductor de posición de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Tal transductor de posición puede tener por objeto su montaje sobre un motor de restricción de rotación que está configurado para accionar partes ópticas, tal como un espejo, para exploración de luz láser.

Antecedentes de la técnica

10 La publicación de solicitud de patente no examinada de Japón con n.º 2009-542178 divulga una configuración de un sistema de transductor de posición óptico de tipo de reflexión convencional. Las figuras 13A a 13E son unos diagramas para explicar el sistema de transductor de posición óptico de tipo de reflexión. Las figuras 13A a 13E muestran, respectivamente, una vista isométrica esquemática ilustrativa del sistema de transductor de posición, una vista inferior isométrica esquemática ilustrativa de un elemento reflector en el sistema de transductor de posición, una vista en planta esquemática ilustrativa de una fuente de luz y un circuito de detección del sistema de transductor de posición, una vista inferior esquemática ilustrativa del elemento reflector y una vista en sección lateral esquemática ilustrativa de un sistema de motor de restricción de rotación.

15 El transductor de posición óptico de tipo de reflexión convencional incluye una fuente de luz de LED 26 única, un reflector 12 acoplado con un eje de rotación de un motor de restricción de rotación y que tiene, alternativamente, unas regiones que proporcionan una reflexión especular y unas regiones que proporcionan una absorción de iluminación, y un detector 14 que recibe luz de iluminación reflejada a partir del reflector. El reflector 12 está acoplado con la parte de extremo superior de un eje rotatorio 30 que rota dentro de un alojamiento 32. Sobre la superficie del reflector 12 que está orientada hacia el detector 14, están formadas y dispuestas alternativamente tres regiones de reflexión especular 16 y tres regiones de absorción de iluminación 18. En el detector 14, la fuente de luz de LED 26 única está dispuesta en el centro, una unidad de apantallamiento frente a la luz 28, tal como una junta tórica, está acoplada sobre la periferia de la misma y, además, tres pares de regiones de detección 20a y 20b, 22a y 22b y 24a y 24b se proporcionan sobre la periferia de la unidad de apantallamiento frente a la luz 28. La luz que se emite a partir de la fuente de luz de LED 26 única es reflejada por las regiones de reflexión especular 16, y es recibida por las regiones de detección 20a y 20b, 22a y 22b y 24a y 24b. La salida de luz recibida se procesa en un circuito de procesamiento.

20 La publicación de patente no examinada de Japón con n.º 2004-340929 divulga una estructura de un sistema óptico de un encóder óptico rotatorio. El encóder incluye una fuente de luz, una escala rotatoria, un reflector, y un elemento de recepción de luz. La fuente de luz se proporciona en las proximidades en la línea central de rotación de un eje de rotación. La escala rotatoria está acoplada con el eje de rotación con el fin de poder rotar en torno a la línea central de rotación, y tiene un patrón óptico que incluye unas partes de transmisión de la luz y unas partes de apantallamiento frente a la luz que están formadas alternativamente en la dirección circunferencial. El reflector está dispuesto con un intervalo con respecto a la escala rotatoria, y refleja la luz a partir de la fuente de luz de tal modo que la luz forma un flujo de luz paralelo cuya anchura casi no cambia dentro de la sección que incluye la línea central de rotación y, por lo tanto, el flujo de luz paralelo ilumina las partes de transmisión de la luz de la escala rotatoria y la luz que ha pasado a través de las partes de transmisión de la luz se desplaza hacia la periferia de la fuente de luz. El elemento de recepción de luz recibe la luz que ha pasado a través de las partes de transmisión de la luz. El encóder óptico rotatorio de acuerdo con esta técnica anterior es un transductor que detecta luz brillante y oscura a partir del reflector por medio de un detector, codifica la luz en un circuito en la fase posterior y, por lo tanto, obtiene información de posición.

25 La publicación de patente no examinada de Japón con n.º 2005-164588 se refiere a un encóder al igual que en dicho documento JP 2004-340929 A, y divulga un sistema óptico que utiliza una superficie cilíndrica reflectante. En este encóder, un módulo, que incluye un fotodetector y una fuente de luz, está dispuesto con el fin de estar orientado hacia un tambor. Sobre la superficie en la dirección circunferencial del tambor, se proporcionan, a intervalos regulares, unas regiones de no reflexión con forma de barra. El tambor se ilumina con luz de la fuente de luz, y la luz reflejada por el mismo es detectada por el fotodetector. Esta publicación divulga un sistema óptico y un método de detección exclusivo de un encóder que ilumina con luz unas regiones de no reflexión que están dispuestas en forma de barra sobre la superficie del tambor y las regiones de reflexión entre las mismas, y que detecta la posición de rotación de las regiones de no reflexión mediante la luz reflejada.

30 La publicación de solicitud de patente de Reino Unido con n.º 2264781 divulga una estructura de un motor rotatorio para detectar una posición de rotación. En este motor rotatorio, con el fin de detectar la posición de rotación del mismo, está acoplada con un eje de rotor una superficie de difusión con forma de mariposa que tiene una amplitud de ángulo de 90 grados. La superficie de difusión tiene una superficie opaca en forma de disco en las proximidades

de la parte central (véase la figura 1B en la misma). Una lente está dispuesta con el fin de estar orientada hacia la superficie de difusión y, por detrás de la lente, se instala un detector estacionario. Como una fuente de luz, cuatro LED están dispuestos sobre ambos lados de la lente. La luz que se emite a partir de los cuatro LED es reflejada por la superficie de difusión rotatoria, y la luz reflejada es concentrada por la lente y es recibida por el detector estacionario. En el motor rotatorio de esta técnica anterior, los LED y el detector están dispuestos no en el mismo plano sino en diferentes espacios, y a partir de cada una de las cuatro fuentes de luz de LED, se dirige luz hacia cada una de las superficies de reflexión.

La publicación de patente US 4.806.751 divulga un transductor de posición de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Si existen una región de reflexión y una región de no reflexión en el mismo plano de un reflector y la distancia óptica desde una fuente de luz de LED hasta el reflector y la distancia óptica desde el reflector hasta un detector son las mismas, se vuelve improbable que aparezca una diferencia de contraste de una imagen que es proyectada sobre el detector y, por lo tanto, se deterioran las características de ruido de una señal que se emite a partir del detector. Las características de ruido se refieren a una relación de una señal por luz a partir de la región de reflexión con respecto a una señal de ruido por luz a partir de la región de no reflexión (la relación S/R), y en lo sucesivo, también se hace referencia a la misma como "relación de contraste".

Si se reduce la relación de contraste, es necesario aumentar la cantidad de luz mediante el aumento de una intensidad que fluye a través de la fuente de luz de LED de tal modo que se emite aun señal suficiente a partir del detector. Si se hace esto, la temperatura de la unión de la fuente de luz de LED se eleva y cambiará la temperatura de la fuente de luz de LED. Además, si la región de reflexión y la región de no reflexión se proporcionan alternativamente en el mismo plano, se absorbe luz y, por lo tanto, se vuelve más probable que se eleve la temperatura de la superficie del reflector que la del entorno periférico. La tasa de absorción de la región de no reflexión cambia dependiendo de la longitud de onda de iluminación, y también dependiendo de la temperatura. Como resultado, la longitud de onda de pico de la fuente de luz de LED cambia dependiendo de la temperatura y la tasa de absorción de la región de no reflexión cambia dependiendo de la temperatura y, por lo tanto, se deterioran las características de temperatura del transductor de posición.

Además, con el fin de proporcionar un contraste por medio del reflector en el que la región de reflexión y la región de no reflexión se proporcionan en el mismo plano, es necesario tener mucho cuidado en el estado de rugosidad superficial de la región de no reflexión y en la selección del agente de revestimiento de no reflexión y, por lo tanto, existe un límite a la fabricación y se obtendrá como resultado un reflector costoso.

A la luz de las anteriores circunstancias, el problema técnico a solucionar mediante la presente invención es la provisión de un transductor de posición que se pueda fabricar con un bajo coste y que sea capaz de mejorar la relación de señal con respecto a ruido de una salida que se obtiene de un detector y de obtener una salida estable incluso si cambia la temperatura.

La invención soluciona este problema mediante la provisión de un transductor de posición que tiene los rasgos característicos de la reivindicación 1. Este transductor de posición incluye un reflector acoplado con un eje de rotación de un motor de restricción de rotación, teniendo dicho reflector una pluralidad de superficies de reflexión que sobresalen en sentido radial a partir de su centro a través del cual pasa el eje de rotación, unas fuentes de luz difusa que están dispuestas con el fin de estar orientadas hacia una porción central de las superficies de reflexión del reflector, un miembro de absorción de luz difusa que está instalado sobre un lado fijo del motor de restricción de rotación con el fin de rodear el reflector con una distancia con respecto al reflector en la parte posterior del reflector tal como se observa desde la fuente de luz difusa, absorbiendo el miembro de absorción de luz difusa luz de iluminación a partir de la fuente de luz difusa que no ha iluminado la superficie de reflexión, y una pluralidad de detectores que se montan sobre la misma placa de circuito impreso que la fuente de luz difusa para detectar una imagen reflejada por el reflector. Las distancias angulares entre las fuentes de luz difusa y entre los detectores, respectivamente, se disponen de acuerdo con las distancias angulares entre las superficies de reflexión respectivas que sobresalen en sentido radial.

Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, el miembro de absorción de luz difusa tiene una estructura fina que se proporciona mediante un tratamiento superficial y absorbe la luz de iluminación al reflejar repetidamente la luz de iluminación dentro de la estructura fina.

Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, como la superficie de reflexión, el reflector tiene una pluralidad de superficies de reflexión que sobresalen en sentido radial a partir del eje de rotación en el mismo plano.

Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, la fuente de luz difusa son unos LED en la misma cantidad que la de las superficies de reflexión.

Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, el reflector tiene una superficie de reflexión en forma de mariposa como la superficie de reflexión.

5 Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, la pluralidad de detectores son dos conjuntos de fotodiodos, incluyendo cada conjunto unos fotodiodos en una cantidad que se corresponde con la de las superficies de reflexión, y los dos conjuntos de fotodiodos están dispuestos uno junto a otro con el fin de rodear alternativamente el eje de rotación.

10 Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, un revestimiento de metal se aplica a la superficie de reflexión del reflector.

15 Preferiblemente, en el transductor de posición de acuerdo con la presente invención, cada uno de la pluralidad de detectores emite una señal que aumenta o disminuye de forma continua de acuerdo con un aumento o disminución continuo en una región de recepción de luz en cada detector cuando la posición de una imagen por el reflector se mueve debido a la rotación, y el transductor de posición incluye adicionalmente un circuito de procesamiento de señal que está conectado con cada uno de la pluralidad de detectores, emitiendo el circuito de procesamiento de señal un valor de tensión que se corresponde con un aumento o disminución en la región de recepción de luz.

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un transductor de posición que se puede fabricar con un bajo coste, mejorar la relación de señal con respecto a ruido de una salida que se obtiene de un detector y obtener una salida estable incluso si cambia la temperatura.

20 Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es una vista en sección longitudinal de un transductor de posición 100;

la figura 1B es una vista en sección longitudinal del transductor de posición 100 cuando se observa desde una dirección lateral que está rotada 90 grados con respecto a la dirección de observación en la figura 1A;

la figura 1C es una vista en perspectiva en despiece ordenado del transductor de posición 100;

25 la figura 1D es una vista en perspectiva que ilustra el estado en el que el transductor de posición 100 se encuentra en el proceso de ensamblaje, estando parte del mismo recortada;

la figura 2 es una vista ampliada de la superficie del miembro de absorción de luz difusa 3d;

la figura 3 es una vista desde arriba del reflector con forma de mariposa 7;

la figura 4 es un diagrama que ilustra una disposición del detector 11 sobre la placa de circuito impreso 6;

30 la figura 5 es un diagrama de circuitos del circuito de procesamiento de señal 13 del transductor de posición 100;

las figuras 6A a 6C son unos diagramas que ilustran unas relaciones de posición entre los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 y unas imágenes 12a, 12b y 12c en forma de mariposa;

la figura 7 es una gráfica que indica una relación entre la salida de transductor de posición V_o y el ángulo de rotación;

35 la figura 8A es una vista en sección longitudinal de un transductor de posición 200;

la figura 8B es una vista en sección longitudinal del transductor de posición 200 cuando el reflector con forma de mariposa 7 en la figura 8A se rota 90 grados;

la figura 9 es un diagrama que ilustra la relación de posición entre las pastillas de LED 4a y 4b y los fotodiodos A1, A2, B1 y B2;

40 la figura 10A y la figura 10B son unos diagramas que ilustran formas de onda de las tensiones de salida de las unidades de conversión de intensidad a tensión 21a y 21b;

las figuras 11A a 11C son unos diagramas para explicar ejemplos modificados del reflector;

la figura 12 es un diagrama de circuitos de un circuito de procesamiento de señal 13' de un transductor de posición que usa el reflector con forma de trébol 72 en la figura 11B; y

las figuras 13A a 13E son unos diagramas para explicar un transductor de posición óptico convencional que usa iluminación reflejada.

Descripción de realizaciones

En lo sucesivo en el presente documento, con referencia a los dibujos, se explicará con detalle un transductor de posición de acuerdo con la presente invención. No obstante, se debería de hacer notar que el alcance técnico de la presente invención no se limita a algunas realizaciones de la misma e incluye la invención que se describe en las reivindicaciones y equivalentes de la misma.

La figura 1A es una vista en sección longitudinal de un transductor de posición 100. La figura 1B es una vista en sección longitudinal del transductor de posición 100 cuando se observa desde una dirección lateral que está rotada 90 grados con respecto a la dirección de observación en la figura 1A. La figura 1C es una vista en perspectiva en despiece ordenado del transductor de posición 100. La figura 1D es una vista en perspectiva que ilustra el estado en el que el transductor de posición 100 se encuentra en el proceso de ensamblaje, estando parte del mismo recortada.

El transductor de posición 100 incluye un motor de restricción de rotación 1, una unidad de absorción de luz difusa 3, una pastilla de LED 4, una caja 5, una placa de circuito impreso 6, un reflector con forma de mariposa 7, un detector 11, etc. El transductor de posición 100 es un transductor de posición óptico de tipo de reflexión que detecta un ángulo de rotación del motor de restricción de rotación 1 mediante la detección, con el detector 11, de la luz que se emite a partir de la pastilla de LED 4 y que es reflejada por el reflector con forma de mariposa 7.

El motor de restricción de rotación 1 tiene un eje de rotación 2 en la parte de extremo de un rotor 10, y el eje de rotación 2 está soportado por un cojinete 8. En la parte de extremo de punta del eje de rotación 2 sobresale una parte de acoplamiento con reflector 2a. El reflector con forma de mariposa 7 está acoplado a la parte de acoplamiento con reflector 2a. Mediante el impulso del motor de restricción de rotación 1, el reflector con forma de mariposa 7 rota junto con el eje de rotación 2.

En la parte de arriba del motor de restricción de rotación 1, la unidad de absorción de luz difusa 3 está dispuesta con una distancia con respecto al reflector con forma de mariposa 7. Tal como se ilustra en la figura 1D, la unidad de absorción de luz difusa 3 tiene una parte con forma de disco 3c, una parte con forma trapezoidal 3a que está formada en las proximidades del centro de la parte con forma de disco 3c, y un orificio de paso 3b formado en el centro de la parte con forma trapezoidal 3a. La unidad de absorción de luz difusa 3 está acoplada con el extremo de arriba del motor de restricción de rotación 1 de tal modo que el eje de rotación 2 está insertado en el orificio de paso 3b. La unidad de absorción de luz difusa 3 está incorporada en la caja cilíndrica 5.

La unidad de absorción de luz difusa 3 y la caja 5 son los miembros sobre el lado fijo que no rotan por medio del motor de restricción de rotación 1. Sobre las superficies de la unidad de absorción de luz difusa 3 y la caja 5 sobre el lado fijo con una distancia con respecto a las superficies de reflexión del reflector con forma de mariposa 7 está dispuesto un miembro de absorción de luz difusa 3d (véase la figura 2) que absorbe la luz a partir de la pastilla de LED 4. Dicho de otra forma, el espacio interno formado por la unidad de absorción de luz difusa 3 y la caja 5 está rodeado por el miembro de absorción de luz difusa 3d. La unidad de absorción de luz difusa 3 y la caja 5 absorben la luz que se emite a partir de la pastilla de LED 4 y que no ha iluminado el reflector con forma de mariposa 7 con el miembro de absorción de luz difusa 3d.

La figura 2 es una vista ampliada de la superficie del miembro de absorción de luz difusa 3d. El miembro de absorción de luz difusa 3d es un miembro de color negro que se ha sometido a un tratamiento superficial, y tiene una estructura fina complicada y tridimensional con resaltos y depresiones que tienen un paso y una altura que se corresponden con longitudes de onda de la luz. El miembro de absorción de luz difusa 3d confina y absorbe la luz L que incide sobre la superficie del mismo al reflejar repetidamente la luz por medio de la estructura fina (efecto de luz parásita). El tratamiento superficial se realiza mediante un método, tal como deposición de fase de vapor, recubrimiento electrolítico, acabado por horneado inorgánico y flocado electrostático.

En lo que respecta a la caja 5, la placa de circuito impreso 6 se acopla con el fin de cubrir la caja 5. La pastilla de LED 4 se monta en la posición que se corresponde con el centro del eje de rotación 2 sobre la superficie inferior de la placa de circuito impreso 6 tal como se ilustra en la figura 1A. La pastilla de LED 4 está dispuesta sobre la placa de circuito impreso 6 con el fin de estar orientada hacia el reflector con forma de mariposa 7. La pastilla de LED 4 es una fuente de luz difusa que emite luz a partir de un punto de una forma tal que la luz emitida se irradia con una dispersión previamente determinada. En la figura 1A y la figura 1B, la luz que tiene su origen en la pastilla de LED 4

se indica por medio de flechas. En el transductor de posición 100, como la pastilla de LED 4 se usa, por ejemplo, arseniuro de aluminio y galio (AlGaAs) cuya longitud de onda de pico es de 870 nm.

- Un conector 9 que tiene un terminal de diez patillas está acoplado con la placa de circuito impreso 6. Cada patilla del conector 9 está eléctricamente conectada con cada área de un patrón (que no se ilustra) que está formado sobre la placa de circuito impreso 6 mediante soldeo, etc. En la figura 1C, se observan cinco patillas 9a, pero las patillas restantes no se observan debido a que están dispuestas sobre la parte posterior del conector. Cada patilla está conectada con un patrón que conduce a terminales del detector 11 y la pastilla de LED 4. Con el conector 9 está acoplado eléctricamente un conector hembra (o macho) (que no se ilustra), con el que está conectado un terminal de conexión de un circuito de procesamiento de señal, etc.
- La figura 3 es una vista desde arriba del reflector con forma de mariposa 7. El reflector con forma de mariposa 7 tiene un orificio de acoplamiento 7a para el acoplamiento con la parte de acoplamiento con reflector 2a del eje de rotación 2 mediante ajuste, y tiene unas superficies de reflexión planas 7b en forma de mariposa que sobresalen a partir del centro. El reflector con forma de mariposa 7 tiene las superficies de reflexión 7b, que son una región de reflexión, pero no tiene una región de no reflexión, a diferencia del reflector 12 en la figura 13B. La luz que se emite a partir de la pastilla de LED 4 y que ha iluminado una superficie de reflexión 7b del reflector con forma de mariposa 7 es reflejada por la superficie de reflexión 7b hacia el detector 11. Por otro lado, parte de la luz que se emite a partir de la pastilla de LED 4, que ha pasado a través de la región que no sean las superficies de reflexión 7b y que ha alcanzado la parte posterior del reflector con forma de mariposa 7, es absorbida por el miembro de absorción de luz difusa 3d.
- El reflector con forma de mariposa 7 se fabrica mediante el mecanizado de una placa de metal mecanizada mediante un acabado de espejo, tal como laminado en frío, para dar la forma de una mariposa mediante ataque químico o corte con alambre. Además, también puede ser posible mejorar el factor de reflexión del reflector con forma de mariposa 7 mediante la aplicación de un revestimiento de metal a las superficies de reflexión 7b mediante deposición de fase de vapor de aluminio, plata u oro.
- La figura 4 es un diagrama que ilustra una disposición del detector 11 sobre la placa de circuito impreso 6. El detector 11 incluye cuatro fotodiodos A1, A2, B1 y B2, y estos fotodiodos están dispuestos en torno a la pastilla de LED 4 sobre la superficie inferior de la placa de circuito impreso 6. Cada fotodiodo está configurado por una oblea de silicio que tiene una longitud de onda sensible de 800 a 900 nm. La pastilla de LED 4 y los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 se montan directamente sobre la placa de circuito impreso 6 sin encapsular (chip sobre placa).
- Los respectivos fotodiodos se montan de tal modo que los fotodiodos A1 y A2 están orientados el uno hacia el otro con la pastilla de LED 4 dispuesta en el punto central de la placa de circuito impreso 6 estando intercalada entre los mismos, y de modo que los fotodiodos B1 y B2 están orientados el uno hacia el otro de la misma forma. Los fotodiodos A1 y B1 se acoplan con el fin de encontrarse cerca uno de otro y, de este modo, de los fotodiodos B2 y A2. Los fotodiodos A1 y A2 de los cuatro fotodiodos A1 y B1, B2 y A2 están conectados en paralelo para formar un par, y los fotodiodos B1 y B2 están conectados en paralelo para formar otro par.
- Una imagen en forma de mariposa que se emite a partir de la pastilla de LED 4 y que es reflejada por el reflector con forma de mariposa 7 se mueve acompañando la rotación del motor de restricción de rotación 1. Los dos pares de fotodiodos reciben la imagen, y emiten una intensidad fotoeléctrica que se corresponde con el área de la región de recepción de luz. Las intensidades fotoeléctricas I_a e I_b que se emiten a partir de los dos pares de fotodiodos se someten a una conversión de intensidad a tensión por medio de un circuito de procesamiento de señal 13, que se va a explicar a continuación, en V_a y V_b , respectivamente. Una diferencia de tensión $V_a - V_b$ es una salida del transductor de posición 100.
- La figura 5 es un diagrama de circuitos del circuito de procesamiento de señal 13 del transductor de posición 100. A pesar de que no se ilustra en las figuras 1A a 1D, el transductor de posición 100 tiene el circuito de procesamiento de señal 13 que convierte las intensidades fotoeléctricas mediante los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 que se corresponden con el ángulo de rotación del motor de restricción de rotación 1 en unas señales de tensión. Con el fin de obtener una salida de transductor de posición con una alta precisión, el circuito de procesamiento de señal 13 tiene un circuito de AGC 28a que realiza una compensación de temperatura y una compensación lineal del cambio de temperatura que no puede ser compensado por el sistema óptico.
- La intensidad I_a , que es la salida de los fotodiodos A1 y A2, se introduce en una unidad de conversión de intensidad a tensión 21a. Además, la intensidad I_b , que es la salida de los fotodiodos B1 y B2, se introduce en una unidad de conversión de intensidad a tensión 21b. La tensión de salida V_a de la unidad de conversión de intensidad a tensión 21a y la tensión de salida V_b de la unidad de conversión de intensidad a tensión 21b se introducen en un sustractor 22, y se someten a un procesamiento de sustracción.
- Además, la tensión de salida V_a de la unidad de conversión de intensidad a tensión 21a y la tensión de salida V_b de

la unidad de conversión de intensidad a tensión 21b se guían hasta el circuito de AGC 28a y se suman en un sumador 23. La salida aditiva se compara con una tensión de referencia V_{ref} por medio de un comparador 24. La salida del comparador 24 se somete a un procesamiento de integración en un circuito de integración 25, y se amplifica por medio de un amplificador de intensidad 26a. Debido a esto, a través de una resistencia 27, se suministra una intensidad I_f a un LED 20. Una salida de transductor de posición V_o procesada en el circuito de procesamiento de señal 13 será tal como sigue.

$$V_o = (I_a - I_b) V_{ref} / (I_a + I_b) \quad \dots (1)$$

Las figuras 6A a 6C son unos diagramas que ilustran unas relaciones de posición entre los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 y unas imágenes 12a, 12b y 12c en forma de mariposa. La imagen con la que se iluminan los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 a partir del reflector con forma de mariposa 7 se mueve de acuerdo con el ángulo de rotación del motor de restricción de rotación 1 como las imágenes 12a, 12b y 12c en las figuras 6A a 6C.

En lo sucesivo, el área de la región de recepción de luz de los fotodiodos A1 y A2 se denota por S_a , y se hace referencia a la región de recepción de luz de los fotodiodos A1 y A2 como "región de S_a ". De forma similar, el área de la región de recepción de luz de los fotodiodos B1 y B2 se denota por S_b , y se hace referencia a la región de recepción de luz de los fotodiodos B1 y B2 como "región de S_b ". Las figuras 6A a 6C ilustran el caso en el que la región de S_a es más grande que la región de S_b , el caso en el que la región de S_a y la región de S_b son del mismo tamaño, y el caso en el que la región de S_a es más pequeña que la región de S_b , respectivamente.

Por ejemplo, supóngase que los ángulos de rotación que se corresponden con las imágenes con forma de mariposa 12a, 12b y 12c son positivo, nulo y negativo, respectivamente. Entonces, en el caso en la figura 6A, la diferencia de área es $S_a - S_b > 0$ y, por lo tanto, la tensión de salida del transductor de posición 100 es $V_a - V_b > 0$ que se corresponde con el ángulo de rotación positivo. En el caso en la figura 6B, la diferencia de área es $S_a - S_b = 0$ y, por lo tanto, la tensión de salida del transductor de posición 100 es $V_a - V_b = 0$ que se corresponde con el ángulo de rotación nulo. En el caso en la figura 6C, la diferencia de área es $S_a - S_b < 0$ y, por lo tanto, la tensión de salida del transductor de posición 100 es $V_a - V_b < 0$ que se corresponde con el ángulo de rotación negativo.

La figura 7 es una gráfica que indica una relación entre la salida de transductor de posición V_o y el ángulo de rotación. Tal como se ilustra en la figura 7, la salida de transductor de posición aumenta en proporción al ángulo de rotación.

En general, si se supone que el factor de conversión de la intensidad fotoeléctrica para la iluminación a partir del reflector es K_r , las áreas de recepción de luz de la luz a partir del reflector son S_a y S_b , el factor de reflexión del reflector es α , el factor de conversión de la intensidad fotoeléctrica para la iluminación a partir de la unidad de absorción de luz difusa es K_e , el área total de los fotodiodos es S , las áreas de recepción de luz de la reflexión a partir de la unidad de absorción de luz difusa son $S - S_a$ y $S - S_b$, y el factor de reflexión de la unidad de absorción de luz difusa es β , entonces las intensidades fotoeléctricas I_a e I_b de los fotodiodos son tal como sigue.

$$I_a = K_r \cdot S_a \cdot \alpha + K_e \cdot (S - S_a) \cdot \beta \quad \dots (2)$$

$$I_b = K_r \cdot S_b \cdot \alpha + K_e \cdot (S - S_b) \cdot \beta \quad \dots (3)$$

Mediante la sustitución de estas expresiones en la expresión (1), se calcula la salida V_o cerca de la tensión real.

En el caso en el que la distancia óptica de la luz difusa que alcanza el detector a través del reflector y la distancia óptica de la luz difusa que alcanza el detector a través de la unidad de absorción de luz difusa son sustancialmente las mismas, a menos que se reduzca la relación de β con respecto a α , no se obtiene un buen contraste y se deterioran las características de ruido. Con el fin de aumentar la señal del transductor de posición, es necesario aumentar la intensidad directa del LED y, por lo tanto, la temperatura de la unión de la fuente de luz de LED se eleva y afecta al cambio de temperatura de la fuente de luz de LED.

En el caso en el que $S_a = S_b$ tal como se ilustra en la figura 6B, el término del numerador en la expresión (1) se vuelve cero y, por lo tanto, la salida del transductor de posición no es cambiada por la temperatura. No obstante, en el caso en el que $S_a \neq S_b$ tal como se ilustra en la figura 6A y la figura 6C, la relación de β con respecto a α cambia debido a la temperatura y, por lo tanto, una deriva, que es un cambio en la salida del transductor de posición, tiene lugar cuando cambia la temperatura. Debido a esta deriva, tal como se ilustra en la figura 7, cambia la pendiente de la relación de proporción entre la salida de transductor de posición V_o y el ángulo de rotación. Se hace referencia a esta deriva como "deriva de ganancia". Se requiere que la deriva de ganancia de un transductor de posición con una alta precisión sea tan pequeña como sea posible. Además, mantener pequeños los parámetros K_e o β que se han descrito en lo que antecede hace posible llevar la expresión (1) cerca de una expresión ideal. Dicho de otra forma, es posible reducir la deriva de ganancia.

La luz reflejada se atenúa de una forma inversamente proporcional con respecto al cuadrado de la distancia óptica y, por lo tanto, en el transductor de posición 100, al ajustar de forma apropiada la distancia desde el reflector con forma de mariposa 7 hasta la unidad de absorción de luz difusa 3 sobre el lado fijo, se reduce el factor de conversión K_e de la intensidad fotoeléctrica para la iluminación a partir de la unidad de absorción de luz difusa 3. Debido a esto, se obtiene una buena relación de contraste en comparación con el caso en el que la región de reflexión y la región de no reflexión se proporcionan en el mismo plano del reflector, y se mejora la relación de señal con respecto a ruido del transductor de posición. Además, se reducen la influencia del cambio en las longitudes de onda de luz emitida debida a la temperatura de la pastilla de LED 4 y la influencia del cambio en la tasa de absorción de la unidad de absorción de luz difusa 3 por la subida de temperatura, y se mejora la estabilidad de la salida frente a la temperatura.

Además, en el transductor de posición 100, la región de reflexión y la región de no reflexión están configuradas por el reflector con forma de mariposa 7 y la unidad de absorción de luz difusa 3 que está instalada sobre el lado fijo con una distancia con respecto al reflector. Debido a esto, incluso si se han adherido partículas finas reflectantes o no reflectantes al reflector, se vuelve más improbable que la imagen con la que se ilumina el reflector se vea afectada de forma adversa. Además, en el transductor de posición 100, la región de reflexión y la región de no reflexión se fabrican como miembros diferentes y, por lo tanto, es sencillo formar la región de reflexión y la región de no reflexión como una película sumamente reflectante y una película sumamente absorbente, respectivamente. Además, el reflector con forma de mariposa 7 no tiene porción alguna de la región de no reflexión y, por lo tanto, tiene una baja inercia, y esto es ventajoso para la capacidad de respuesta de alta velocidad del motor de restricción de rotación 1.

La figura 8A es una vista en sección longitudinal de un transductor de posición 200. La figura 8B es una vista en sección longitudinal del transductor de posición 200 cuando el reflector con forma de mariposa 7 en la figura 8A se rota 90 grados. Mientras que el transductor de posición 100 que se ilustra en las figuras 1A a 1D tiene una pastilla de LED como una fuente de luz difusa, el transductor de posición 200 que se ilustra en la figura 8A y la figura 8B tiene dos pastillas de LED como una fuente de luz difusa. En otros puntos, la configuración del transductor de posición 200 es la misma que la del transductor de posición 100. En lo sucesivo, se explican unos puntos del transductor de posición 200 diferentes de los del transductor de posición 100. Se omite la explicación de los puntos en común con los del transductor de posición 100.

En el transductor de posición 200, dos pastillas de LED 4a y 4b están dispuestas en las posiciones que se corresponden con el centro del eje de rotación 2 sobre la superficie inferior de la placa de circuito impreso 6 con el fin de estar orientadas hacia el reflector con forma de mariposa 7. Las pastillas de LED 4a y 4b son unas fuentes de luz difusa idénticas, y dirige luz hacia el reflector con forma de mariposa 7. En la figura 8A y la figura 8B, la luz que tiene su origen en las pastillas de LED 4a y 4b se indica por medio de flechas. Las pastillas de LED 4a y 4b también se montan sobre la placa de circuito impreso 6 mediante chip sobre placa.

La figura 9 es un diagrama que ilustra la relación de posición entre las pastillas de LED 4a y 4b y los fotodiodos A1, A2, B1 y B2. En la figura 9, por razones de explicación, el reflector con forma de mariposa 7 también se ilustra en el estado superpuesto. En el transductor de posición 200, las pastillas de LED 4a y 4b y los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 están dispuestos de tal modo que la superficie de reflexión 7b sobre un lado del reflector con forma de mariposa 7, y la pastilla de LED 4a y los fotodiodos A1 y B1 se corresponden entre sí, y de modo que una superficie de reflexión 7c sobre el otro lado, y la pastilla de LED 4b y los fotodiodos A2 y B2 se corresponden entre sí. Dicho de otra forma, la pastilla de LED 4a ilumina la superficie de reflexión 7b y la luz reflejada a partir de la superficie de reflexión 7b es recibida por los fotodiodos A1 y B1. La pastilla de LED 4b ilumina la superficie de reflexión 7c, y la luz reflejada a partir de la superficie de reflexión 7c es recibida por los fotodiodos A2 y B2.

El circuito de procesamiento de señal del transductor de posición 200 es el mismo que el circuito de procesamiento de señal 13 que se ilustra en la figura 5 excepto por que dos LED 20 están conectados en serie.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, mediante el uso de dos pastillas de LED como la fuente de luz difusa, se promedian las intensidades de la luz emitida y también se promedian las variaciones debido a la diferencia individual entre los LED. Debido a esto, la salida se estabiliza más en el transductor de posición 200 que en el transductor de posición 100. Además, en el transductor de posición 200, se puede obtener la misma salida que la que se da cuando hay solo una pastilla de LED, incluso si la intensidad directa del LED se reduce en comparación con la del caso del transductor de posición 100. Como resultado, en el transductor de posición 200, es posible reducir la intensidad directa del LED al tiempo que se mantiene una buena relación de contraste. Además, si se reduce la intensidad directa del LED, la influencia de la temperatura de la unión de los LED se vuelve ligera, y se mejora adicionalmente la estabilidad de la salida frente a la temperatura. Además, la reducción de la intensidad directa del LED conduce a efectos ventajosos, ya que se ahorra energía y se alarga el periodo de vida de los LED.

En lo sucesivo, se explican los resultados de los experimentos en los que se comparan un transductor de posición similar al de las figuras 13A a 13E, el transductor de posición 100 y el transductor de posición 200.

La tabla 1 es una tabla que indica los resultados de medir las relaciones de contraste de las tensiones de salida de

los transductores de posición en diferentes condiciones. En la medición, el motor de restricción de rotación 1 se rota de forma sin fin, las tensiones de salida de los fotodiodos A1, A2, B1 y B2, es decir, las tensiones de salida Va y Vb de las unidades de conversión de intensidad a tensión 21a y 21b se observan con un osciloscopio, y se miden las tensiones de P-P (de pico a pico) y las tensiones de compensación. La medición se realiza con la intensidad directa del LED estando fijada a 30 mA.

Tabla 1

Condición	Tensión de P-P (V)		Tensión de compensación (V)		Relación de contraste	
	Va	Vb	Va	Vb	Va	Vb
(1)	0,7058	0,6735	2,079	2,031	0,34	0,33
(2)	3,532	3,534	0,1700	0,1102	20,8	32,1
(3)	6,903	6,859	0,3547	0,3653	19,5	18,8
(4)	8,467	8,41	0,2791	0,3082	30,3	27,3

La tensión de P-P es una componente que depende de la luz reflejada recibida a partir del reflector, y se corresponde con la máxima cantidad de cambio en $Kr \cdot Sa \cdot \alpha$ y $Kr \cdot Sb \cdot \alpha$, que son el primer término de la expresión (2) y el de la expresión (3), respectivamente. La tensión de compensación es una componente que depende de la luz reflejada recibida a partir de una porción que no sea el reflector, y se corresponde con $Ke \cdot (S - Sa) \cdot \beta$ y $Ke \cdot (S - Sb) \cdot \beta$, que son el segundo término de la expresión (2) y el de la expresión (3), respectivamente. La relación de contraste es una relación de la tensión de P-P con respecto a la tensión de compensación. Las condiciones (1) a (4) son tal como sigue.

- Condición (1): se usa un transductor de posición similar al de las figuras 13A a 13E en el que el número de fuentes de luz de LED es uno, tanto la región de reflexión como la región de no reflexión están incluidas en el reflector, y el reflector y el detector no están rodeados por el miembro de absorción de luz difusa.
- Condiciones (2): se usa el transductor de posición 100 en el que el número de fuentes de luz de LED es uno, se usa el reflector con forma de mariposa, y el reflector y el detector están rodeados por el miembro de absorción de luz difusa.
- Condición (3): se usa el transductor de posición 200 en el que la cantidad de las fuentes de luz de LED es dos, se usa el reflector con forma de mariposa, y el reflector y el detector están rodeados por el miembro de absorción de luz difusa.
- Condición (4): se usa el transductor de posición 200 en la condición (3) en el que un revestimiento de metal sumamente reflectante se aplica adicionalmente al reflector con forma de mariposa.

El revestimiento de metal sumamente reflectante se aplica al reflector solo en la condición (4).

Mientras que la relación de contraste en la condición (1) es aproximadamente 0,3, la relación de contraste en la condición (2) no es menor que 20. En virtud del reflector con forma de mariposa y el miembro de absorción de luz difusa, en comparación con el transductor de posición similar al de las figuras 13A a 13E, la relación de contraste del transductor de posición 100 se mejora de forma considerable.

En la condición (3), la tensión de P-P y la tensión de compensación se ven sustancialmente dobladas en comparación con las de la condición (2), y la relación de contraste es sustancialmente la misma que la de la condición (2). Tal como es indicado por ello, en el transductor de posición 200, mediante el uso de dos fuentes de luz de LED, se obtienen unas tensiones de salida que son el doble que las que se obtienen cuando se usa una fuente de luz de LED, con la misma intensidad directa de LED. En consecuencia, en el transductor de posición 200, es posible reducir la intensidad directa de LED a aproximadamente 1/2 al tiempo que se mantiene la relación de contraste aproximadamente igual a la del transductor de posición 100.

La relación de contraste en la condición (4) es aproximadamente 30 debido al revestimiento de metal, y se mejora adicionalmente en comparación con aproximadamente 20 en la condición (3). Debido a esto, en el caso en el que el revestimiento de metal sumamente reflectante se aplica al reflector con forma de mariposa, es posible reducir adicionalmente la intensidad directa de LED a aproximadamente 2/3 en comparación con la del caso en el que no se aplica revestimiento alguno.

La figura 10A y la figura 10B son unos diagramas que ilustran formas de onda de las tensiones de salida de las unidades de conversión de intensidad a tensión 21a y 21b. En cada diagrama, el eje vertical representa la tensión (V), y el eje horizontal representa el tiempo (ms). La figura 10A y la figura 10B ilustran las tensiones de salida Va y Vb de las unidades de conversión de intensidad a tensión 21a y 21b en las condiciones (2) y (3) que se han descrito en lo que antecede, respectivamente. Debido a que el valor de tensión cambia de acuerdo con el ángulo de rotación

del motor de restricción de rotación 1, la figura 10A también ilustra la correspondencia entre el ángulo de rotación y el valor de tensión. En las formas de onda de las tensiones de salida en la condición (3) se observan distorsiones en las porciones que están rodeadas por círculos de línea discontinua en la figura 10B. No obstante, lo que es necesario en realidad como la salida del transductor de posición es solo la tensión en el intervalo que se corresponde con el ángulo de rotación (ángulo mecánico) de aproximadamente 45 grados que se ilustra en la figura 10B, y las distorsiones en las formas de onda tienen lugar fuera del intervalo. Como resultado, las distorsiones en las formas de onda en la figura 10B no plantean problema alguno en la práctica.

A pesar de que no se ilustra de forma esquemática, en el caso de la condición (4), al igual que en la figura 10B, también se observan distorsiones en las formas de onda. No obstante, en el caso de la condición (4), las distorsiones en las formas de onda también tienen lugar fuera del intervalo del ángulo de rotación (ángulo mecánico) de aproximadamente 45 grados, la tensión en el cual es necesario en realidad. Como resultado, las distorsiones en las formas de onda en la condición (4) no plantean problema alguno en la práctica.

La tabla 2 es una tabla que indica los resultados de medir la intensidad directa de LED (la intensidad I_f en la figura 5) en las condiciones (2) a (4) que se han descrito en lo que antecede. La tabla indica los resultados de comparación y medición con la condición de que la constante de circuito en la figura 5 sea del mismo valor, e indica unos valores que se obtienen mediante el cálculo del promedio de los valores medidos de muestras de 13 a 18 dispositivos.

Tabla 2

Condición	Intensidad directa de LED (mA)
(2)	25,8
(3)	12,2
(4)	6,9

En la condición (3) en la que la cantidad de las fuentes de luz de LED es dos, la intensidad directa de LED se reduce a aproximadamente 1/2 en comparación con la condición (2) en la que el número de fuentes de luz de LED es uno. En la condición (4) en la que el revestimiento de metal se aplica al reflector, la intensidad directa de LED se reduce adicionalmente a aproximadamente 2/3 en comparación con la de la condición (3).

La tabla 3 es una tabla que indica los resultados de medir el cambio en la salida (deriva de ganancia) de los transductores de posición dependiendo de la temperatura en las condiciones (1) a (3) que se han descrito en lo que antecede. Además de los resultados en las condiciones (1) a (3), también se indica el resultado en la

- Condición (1)': se usa un transductor de posición en el que el número de fuentes de luz de LED es uno, se usa el reflector con forma de mariposa, y el reflector y el detector no están rodeados por el miembro de absorción de luz difusa.

Tabla 3

Condición	Deriva de ganancia
(1)	200 a 500 ppm/°C
(1)'	100 a 200 ppm/°C
(2)	50 ppm/°C o menos
(3)	40 ppm/°C o menos

En el caso de la condición (2) en la que se usa el transductor de posición 100, debido al efecto del reflector con forma de mariposa y el miembro de absorción de luz difusa, la deriva de ganancia se mejora a 1/2 o menos en comparación con los casos de las condiciones (1) y (1)'. En el caso de la condición (3) en la que se usa el transductor de posición 200, mediante la provisión de dos fuentes de luz de LED, la deriva de ganancia se mejora adicionalmente en aproximadamente 10 ppm/°C. A partir de esto, se puede observar que, en los transductores de posición 100 y 200, se mejora adicionalmente la estabilidad de la salida frente a la temperatura. En el caso de la condición (4) que se ha descrito en lo que antecede, se considera que la deriva de ganancia se mejorará adicionalmente con respecto a 40 ppm/°C mediante la aplicación de un revestimiento de metal al reflector con forma de mariposa.

Las figuras 11A a 11C son unos diagramas para explicar ejemplos modificados del reflector. Tal como se ilustra de forma esquemática, el ángulo de disposición de las superficies de reflexión del reflector puede ser diferente del de la figura 3, y puede que el número de superficies de reflexión no sea dos.

La figura 11A es un diagrama que ilustra un reflector con forma de mariposa 71 en el que dos superficies de reflexión 71b y 71c no están alineadas sobre una línea recta. Al igual que en la figura 11A, puede que las dos

superficies de reflexión 71b y 71c no estén orientadas con el fin de formar un ángulo de 180 grados. En el caso en el que se usa el reflector con forma de mariposa 71, se recomienda que las pastillas de LED 4a y 4b y los fotodiodos A1, A2, B1 y B2 se dispongan de acuerdo con el ángulo formado por las dos superficies de reflexión 71b y 71c. Dicho de otra forma, se recomienda que la pastilla de LED 4a y los fotodiodos A1 y B1 sobre un lado se dispongan de acuerdo con la superficie de reflexión 71b sobre el primer lado, y que la pastilla de LED 4b y los fotodiodos A2 y B2 sobre el otro lado se dispongan de acuerdo con el ángulo de la superficie de reflexión 71c sobre el otro lado con respecto a la superficie de reflexión 71b.

La figura 11B es un diagrama que ilustra un reflector con forma de trébol 72 que tiene tres superficies de reflexión 72b, 72c y 72d que sobresalen en sentido radial a partir del centro a través del cual pasa el eje de rotación. En el caso en el que se usa el reflector con forma de trébol 72, se recomienda que la pastilla de LED 4a y los fotodiodos A1 y B1, la pastilla de LED 4b y los fotodiodos A2 y B2, y una pastilla de LED 4c y los fotodiodos A3 y B3 se dispongan de acuerdo con los ángulos formados por las tres superficies de reflexión 72b, 72c y 72d, respectivamente.

La figura 11C es un diagrama que ilustra un reflector con forma de trébol 73 que tiene cuatro superficies de reflexión 73b, 73c, 73d y 73e que sobresalen en sentido radial a partir del centro a través del cual pasa el eje de rotación. Asimismo, en el caso en el que se usa el reflector con forma de trébol 73, se recomienda que la pastilla de LED 4a y los fotodiodos A1 y B1, la pastilla de LED 4b y los fotodiodos A2 y B2, la pastilla de LED 4c y los fotodiodos A3 y B3, y una pastilla de LED 4d y los fotodiodos A4 y B4 se dispongan de acuerdo con los ángulos formados por las cuatro superficies de reflexión 73b, 73c, 73d y 73e, respectivamente.

En el caso en el que también se usa el reflector en la figura 11A, la figura 11B o la figura 11C, el número de fuentes de luz de LED puede ser uno.

La figura 12 es un diagrama de circuitos de un circuito de procesamiento de señal 13' de un transductor de posición que usa el reflector con forma de trébol 72 en la figura 11B. Tal como se ilustra en la figura 12, incluso si aumenta la cantidad de LED y de fotodiodos, el circuito de procesamiento de señal del transductor de posición puede ser similar al circuito de procesamiento de señal 13 que se ilustra en la figura 5. En concreto, los fotodiodos A1, A2, y A3 y los fotodiodos B1, B2 y B3 están conectados en paralelo, respectivamente, y tres LED 20 están conectados en serie. Esto sigue siendo así incluso si cambia la cantidad de LED y de fotodiodos. El resto del circuito de procesamiento de señal 13' es el mismo que el del circuito de procesamiento de señal 13 en la figura 5.

También puede ser posible usar un chip de LED rectangular, por ejemplo, como dos fuentes de luz al cubrir la parte central del chip de LED con una parte de apantallamiento frente a la luz, en lugar de proporcionar una pluralidad de pastillas de LED. Además, como la fuente de luz difusa, también puede ser posible usar un LED que tenga una gran área de chip. También puede ser posible usar luz en la región de la luz visible mediante el cambio del material del elemento óptico. Además, también puede ser posible proporcionar una lente semiesférica mediante el uso de una resina transparente o vidrio de muy alta tixotropía, con el fin de dirigir de manera eficiente la luz difusa de la pastilla de LED hacia el reflector con forma de mariposa.

Preferiblemente, la pastilla de LED se monta directamente sobre la placa de circuito impreso de tal modo que los fotodiodos no se iluminan directamente con la luz difusa de la pastilla de LED. No obstante, puede que la pastilla de LED y los fotodiodos no estén dispuestos en el mismo plano.

Como el reflector, también puede ser posible usar una resina que se fabrica para dar, por ejemplo, la forma de una mariposa, mediante el uso de un molde, etc., y que se dota de una superficie de reflexión mediante recubrimiento electrolítico, etc. Además, también puede ser posible ajustar a presión y fijar un reflector que está dotado de un orificio en su parte central al eje de rotación del motor de restricción de rotación, no solo mediante ajuste. Mediante el acoplamiento del reflector con el eje de rotación mediante ajuste, el trabajo de alineación con el eje de rotación deja de ser necesario y, por lo tanto, se reduce el coste de fabricación.

Como el miembro de absorción de luz difusa, también puede ser posible hacer uso de un material de aluminio que se ha sometido a un deslustrado de color negro. Además, también puede ser posible hacer uso de un agente de revestimiento no reflectante, tal como recubrimiento electrolítico de níquel de color negro, una resina de color negro, etc. En el caso en el que se usa luz en la región de la luz visible, como el miembro de absorción de luz difusa, también puede ser posible hacer uso de un revestimiento de óxido anódico (alumita con deslustrado de color negro).

Cuanto mayor sea la distancia desde las superficies de reflexión del reflector con forma de mariposa hasta la unidad de absorción de luz difusa, mayor será el efecto de mejora. No obstante, desde el punto de vista práctico, preferiblemente, la distancia se ajusta a aproximadamente de 0,2 mm a 5 mm. Si el miembro sobre el lado fijo del motor de restricción de rotación está ubicado a una distancia en la que la luz que alcanza el detector a partir de una porción que no sea el reflector se atenúa lo suficientemente, no es necesario disponer el miembro de absorción de luz difusa en el miembro sobre el lado fijo. En el caso en el que la superficie interior de la carcasa es lo

suficientemente distante del detector, no es necesario cubrir la superficie interior de la carcasa con el miembro de absorción de luz difusa.

5 Preferiblemente, una parte de apantallamiento en forma de ventilador se proporciona mediante deposición de fase de vapor de aluminio, etc., sobre la superficie del fotodiodo, de tal modo que se evita que la luz alcance unas porciones innecesarias del detector. Además, preferiblemente, como los cuatro fotodiodos se usan los que se extraen de las posiciones cerca una de otra en una oblea, con el fin de reducir las variaciones en las características. Además, preferiblemente, la longitud de onda de sensibilidad espectral del fotodiodo es la misma que la longitud de onda de pico del LED que se ha descrito en lo que antecede.

10 Para el fin de mejorar la precisión de montaje de cuatro fotodiodos, también puede ser posible fabricar una agrupación de fotodiodos en la que, por ejemplo, A1 y B1 forman un par. Además, también puede ser posible usar un sustrato de capa de tipo p como la agrupación de fotodiodos con el fin de compartir el circuito de procesamiento de señal en la fase posterior. Además, también puede ser posible usar una agrupación de fotodiodos en la que A1 y B1, y A2 y B2 forman dos pares que se fabrican mediante el proceso para excavar en la región en la que se monta la pastilla de LED. También puede ser posible usar una agrupación de fotodiodos que está conformada de forma monolítica y disponer un LED que se corresponde con la misma.

Aplicabilidad industrial

La presente invención es un transductor de posición que se va a montar sobre un motor de restricción de rotación que está configurado para accionar partes ópticas, tal como un espejo, para exploración de luz láser.

Lista de signos de referencia

20	1	motor de restricción de rotación
	2	eje de rotación
	3	unidad de absorción de luz difusa
	3d	miembro de absorción de luz difusa
	4	pastilla de LED
25	5	caja
	6	placa de circuito impreso
	7	reflector con forma de mariposa
	8	cojinete
	9	conector
30	10	rotor
	11	detector
	13, 13'	circuito de procesamiento de señal
	20	LED
	21a, 21b	unidad de conversión de intensidad a tensión
35	22	sustractor
	23	sumador
	24	comparador
	25	circuito de integración

26a	amplificador de intensidad
27	resistencia
28a	circuito de AGC
100, 200	transductor de posición

REIVINDICACIONES

1. Un transductor de posición (200) que comprende:

un reflector (7, 71, 72, 73) acoplado con un eje de rotación (2) de un motor de restricción de rotación (1), teniendo el reflector una pluralidad de superficies de reflexión (7b, 7c, 71b, 71c, 72b, 72c, 72d, 73b, 73c, 73d, 73e) que sobresalen en sentido radial a partir de su centro a través del cual pasa el eje de rotación;

un miembro de absorción de luz difusa (3d); y

una pluralidad de detectores (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4);

caracterizado porque

el transductor de posición incluye adicionalmente unas fuentes de luz difusa (4a, 4b, 4c, 4d) que están dispuestas con el fin de estar orientadas hacia una porción central de las superficies de reflexión del reflector, siendo el número de fuentes de luz difusa el mismo que el de las superficies de reflexión;

el miembro de absorción de luz difusa está instalado sobre un lado fijo del motor de restricción de rotación con el fin de rodear el reflector con una distancia con respecto al reflector en la parte posterior del reflector tal como se observa desde las fuentes de luz difusa, absorbiendo el miembro de absorción de luz difusa luz de iluminación a partir de las fuentes de luz difusa que no ha iluminado las superficies de reflexión; y

la pluralidad de detectores se montan sobre una misma placa de circuito impreso (6) que las fuentes de luz difusa para detectar una imagen reflejada por el reflector,

en el que las distancias angulares entre las fuentes de luz difusa y entre la pluralidad de detectores, respectivamente, se disponen de acuerdo con las distancias angulares entre la pluralidad de superficies de reflexión respectivas que sobresalen en sentido radial.

2. El transductor de posición de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el miembro de absorción de luz difusa tiene una estructura fina que se proporciona mediante un tratamiento superficial para absorber la luz de iluminación al reflejar repetidamente la luz de iluminación dentro de la estructura fina.

3. El transductor de posición de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las superficies de reflexión sobresalen en sentido radial a partir del eje de rotación en un mismo plano.

4. El transductor de posición de acuerdo con la reivindicación 3, en el que las fuentes de luz difusa son unos LED en la misma cantidad que la de las superficies de reflexión.

5. El transductor de posición de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que el reflector tiene unas superficies de reflexión en forma de mariposa como las superficies de reflexión.

6. El transductor de posición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la pluralidad de detectores son dos conjuntos de fotodiodos, incluyendo cada conjunto unos fotodiodos en una cantidad que se corresponde con la de las superficies de reflexión, y los dos conjuntos de fotodiodos están dispuestos uno junto a otro con el fin de rodear alternativamente el eje de rotación.

7. El transductor de posición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que un revestimiento de metal se aplica a las superficies de reflexión del reflector.

8. El transductor de posición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que cada uno de la pluralidad de detectores emite una señal que aumenta o disminuye de forma continua de acuerdo con un aumento o disminución continuo en una región de recepción de luz en cada detector cuando la posición de una imagen por el reflector se mueve debido a la rotación, y

el transductor de posición comprende adicionalmente un circuito de procesamiento de señal (13') que está conectado con cada uno de la pluralidad de detectores, emitiendo el circuito de procesamiento de señal un valor de tensión que se corresponde con un aumento o disminución en la región de recepción de luz.

FIG. 1A

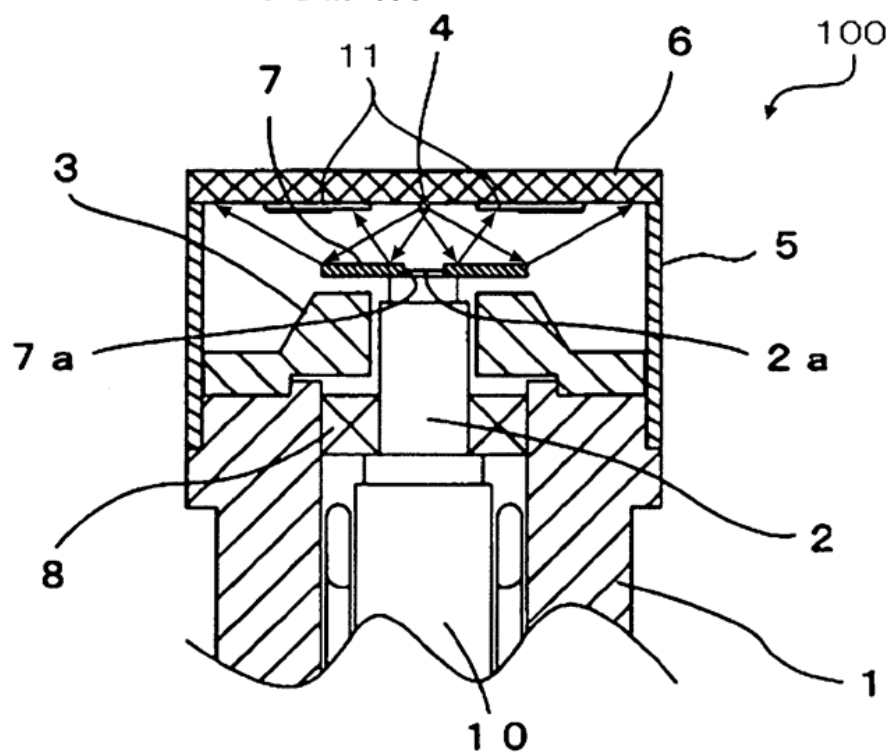


FIG. 1B

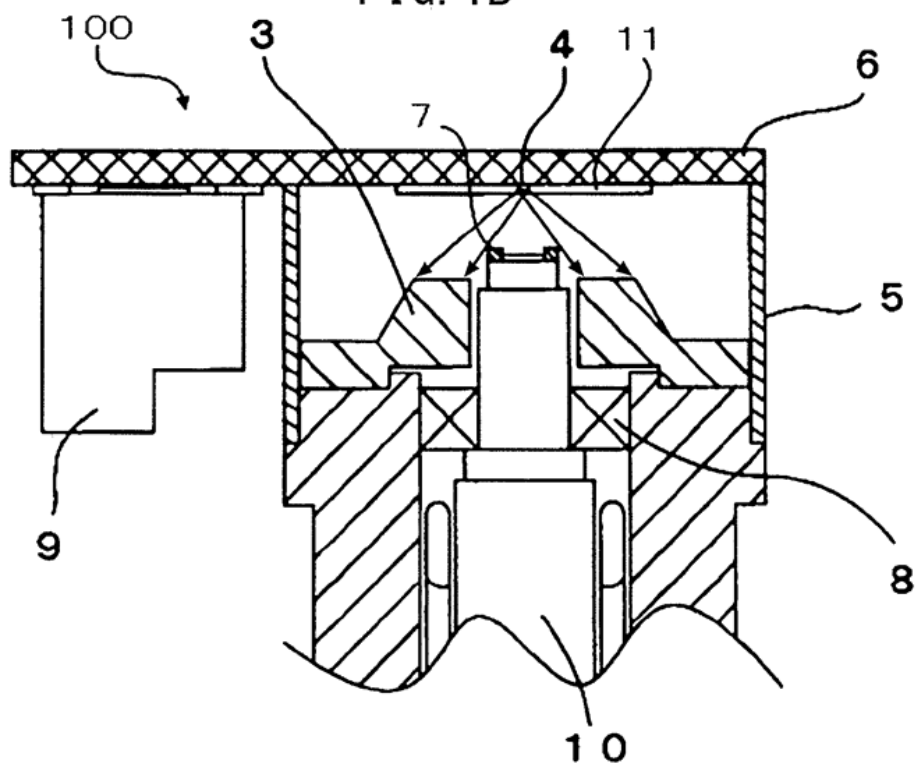


FIG. 1C

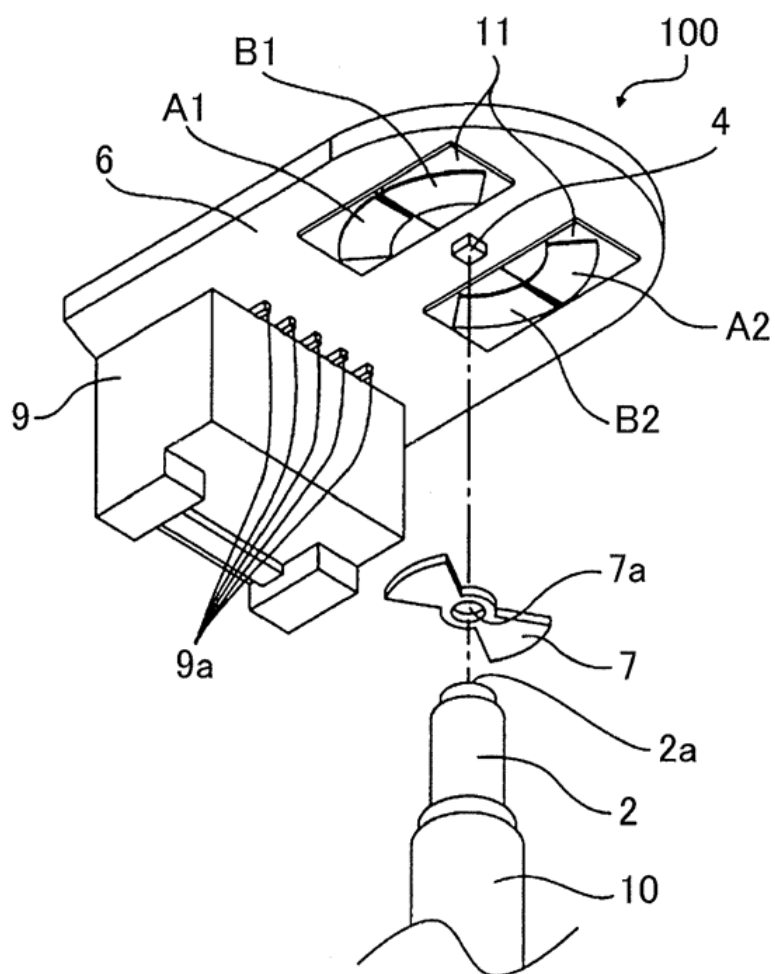


FIG. 1D

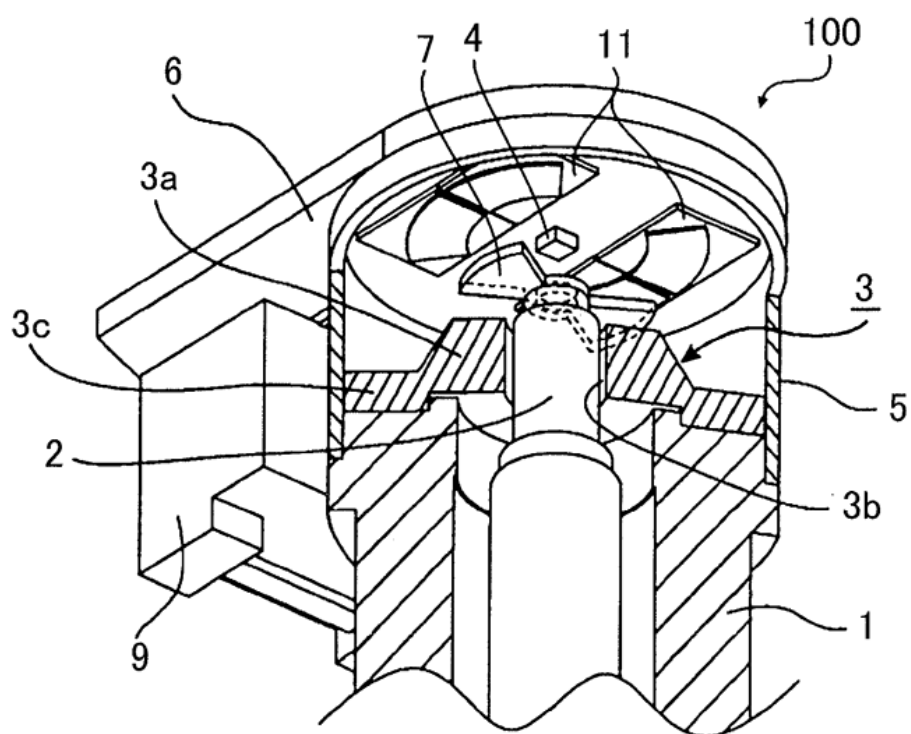


FIG. 2



FIG. 3

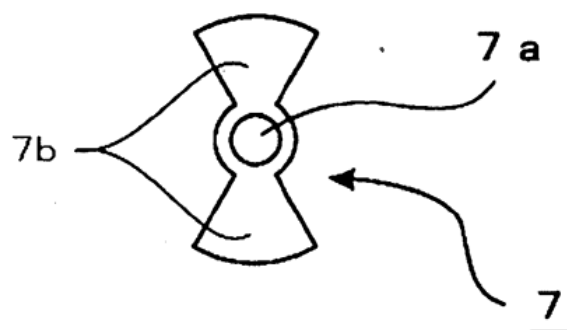


FIG. 4

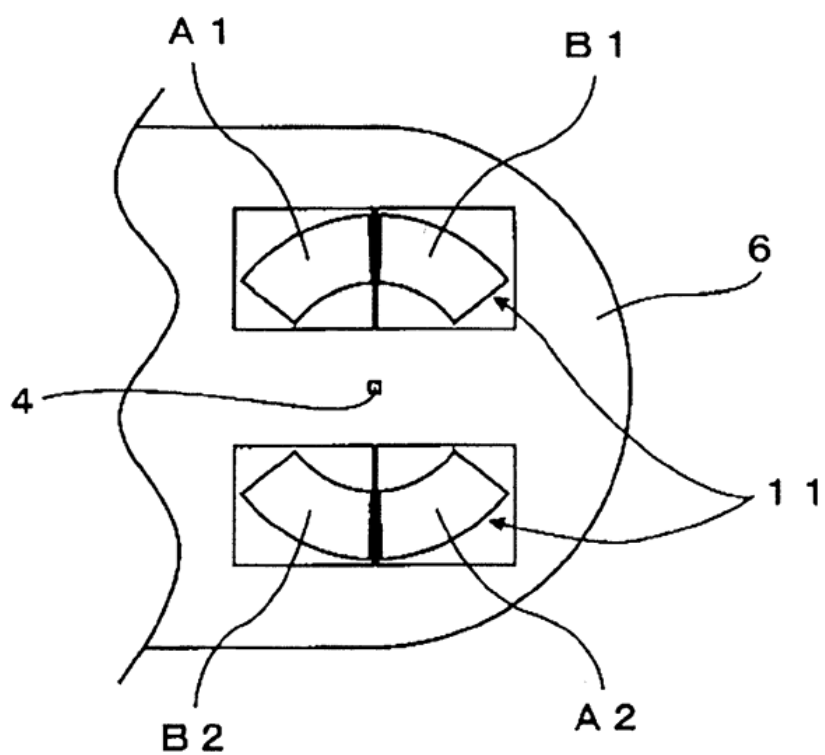


FIG. 5

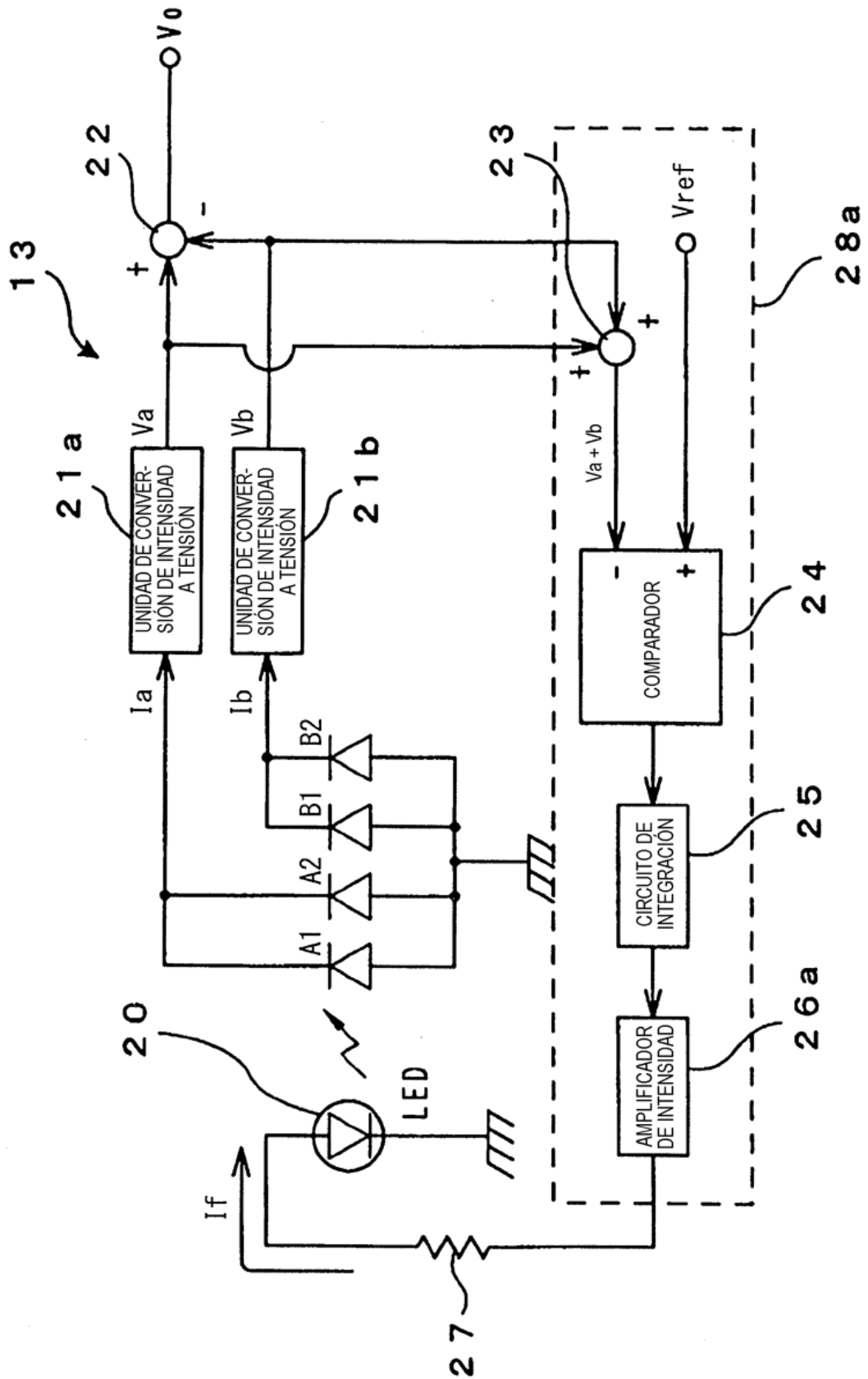


FIG. 6

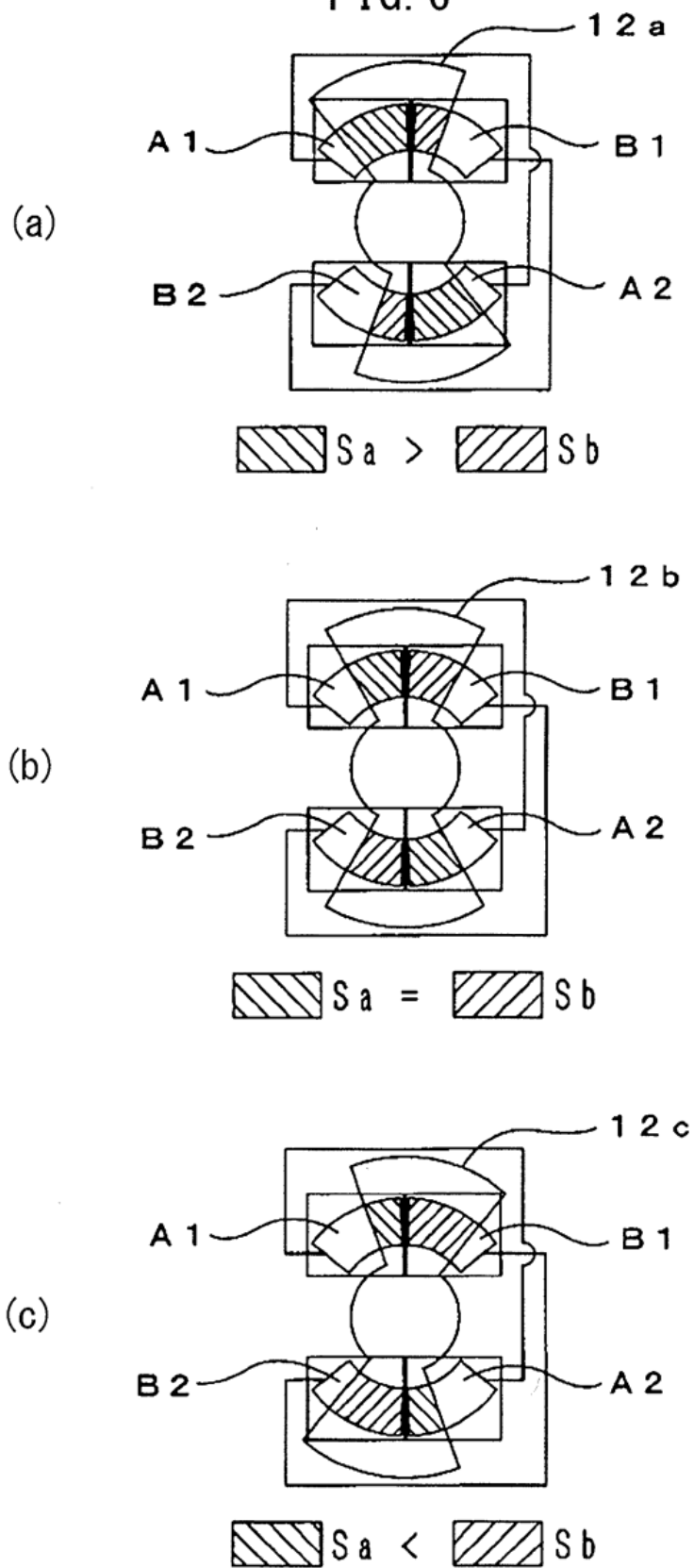


FIG. 7

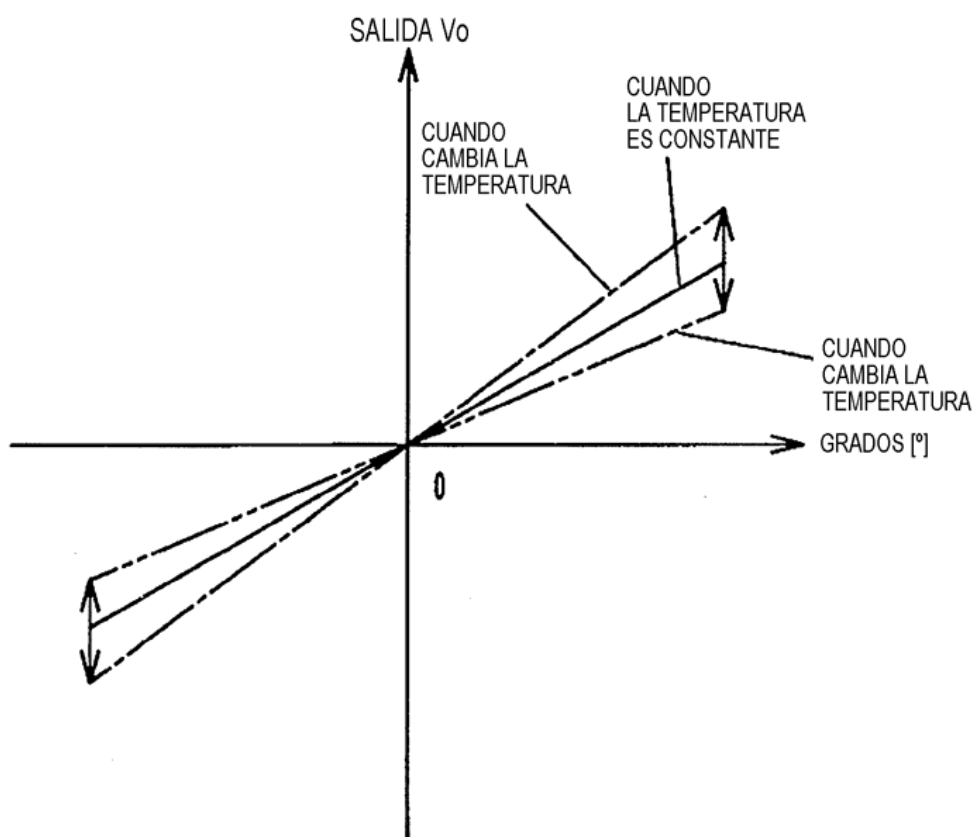


FIG. 8A

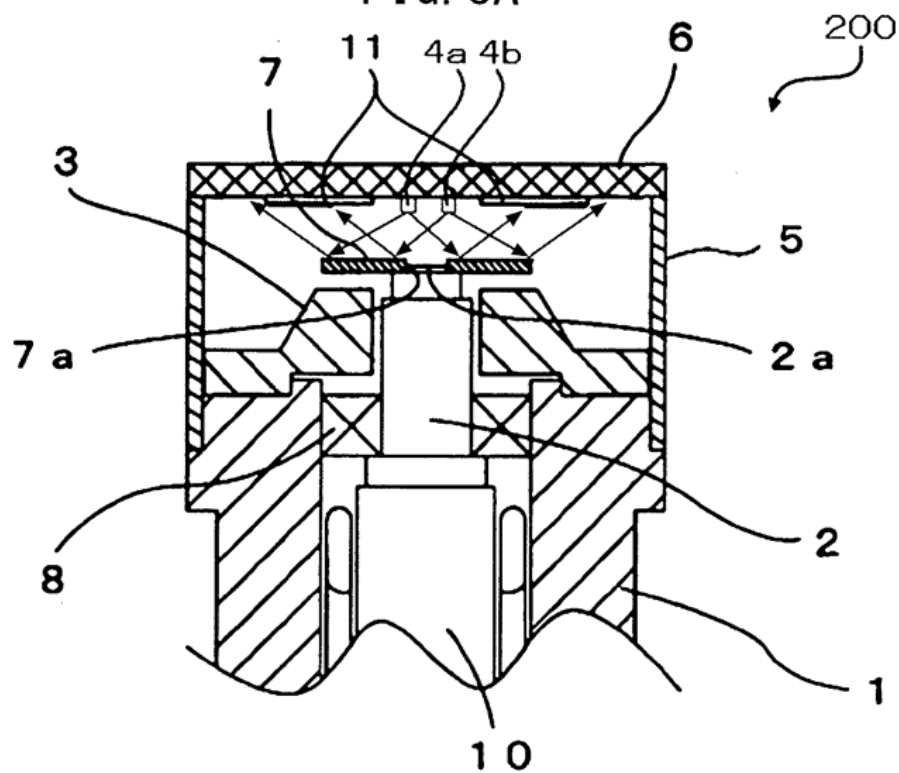


FIG. 8B

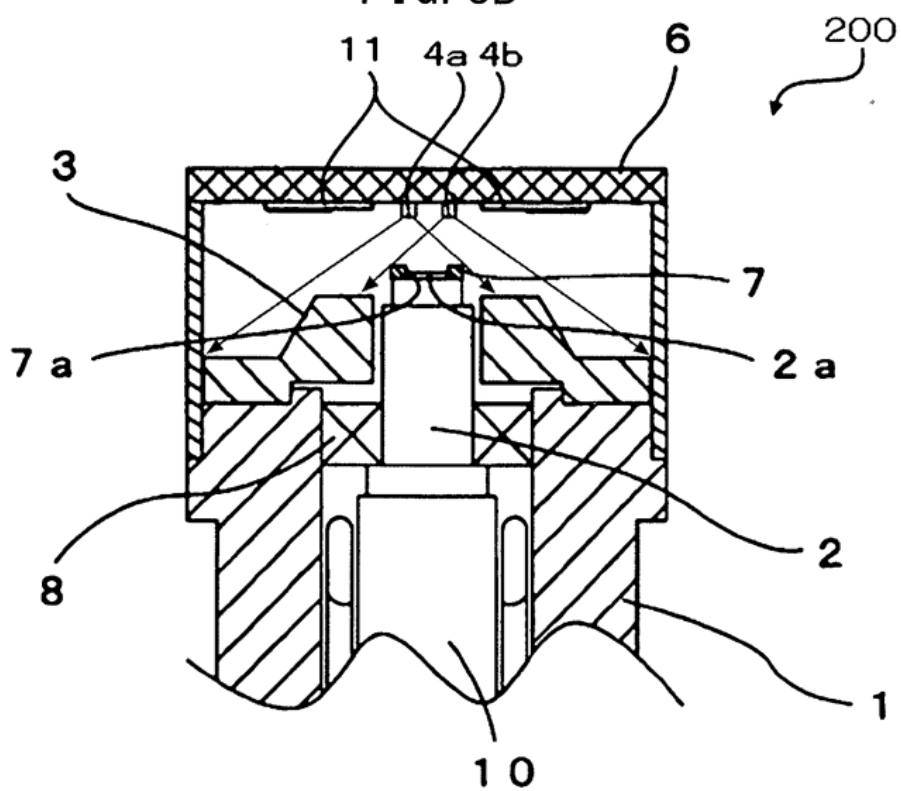


FIG. 9

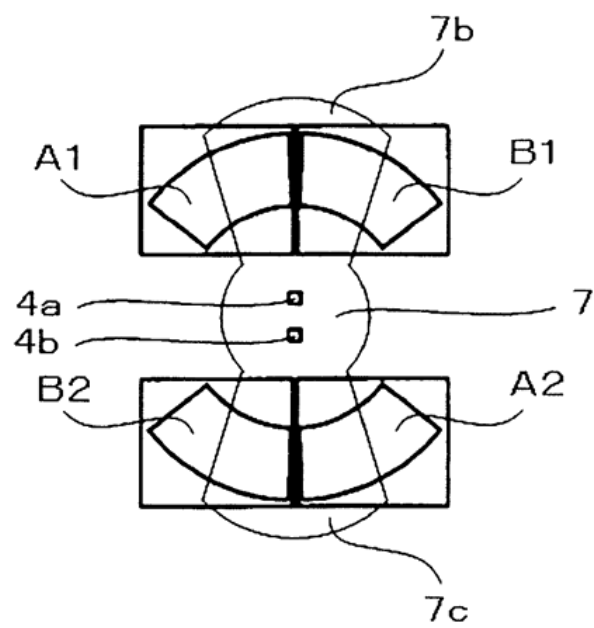


FIG. 10

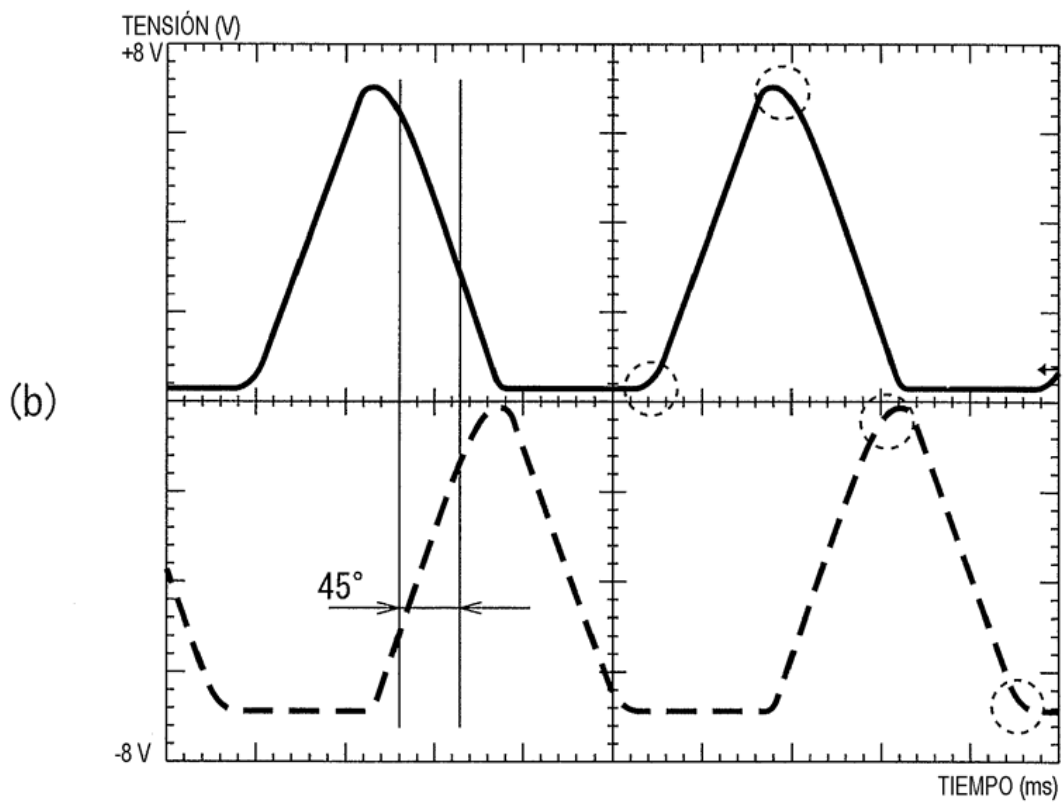
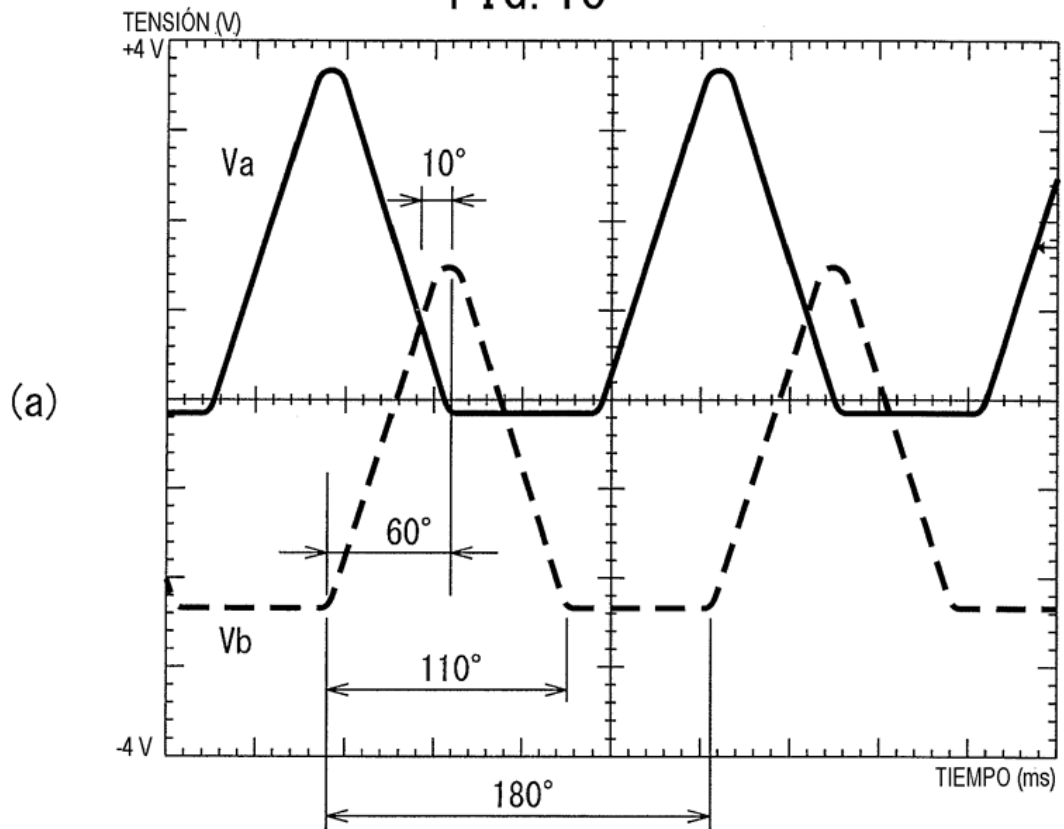


FIG. 11

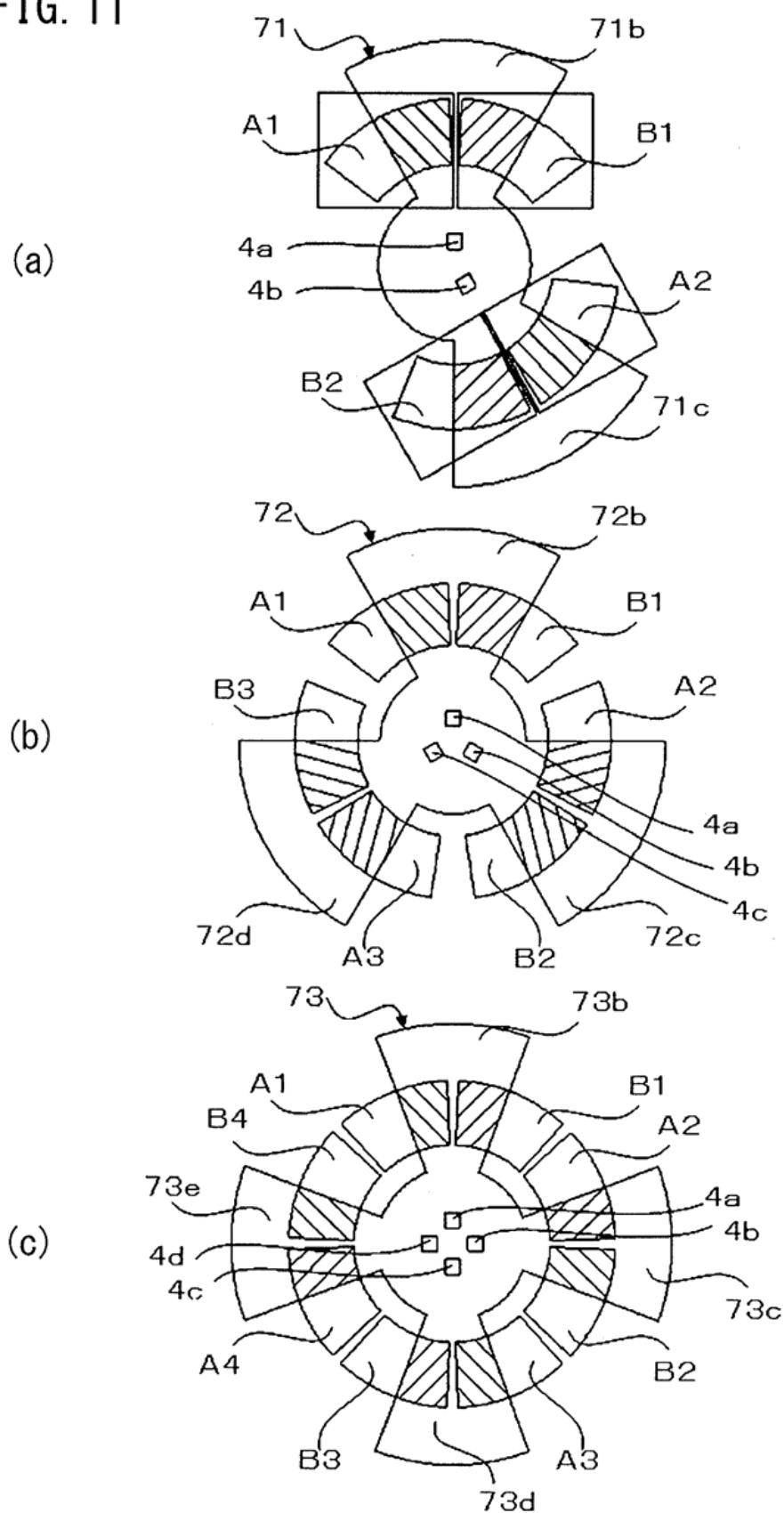


FIG. 12

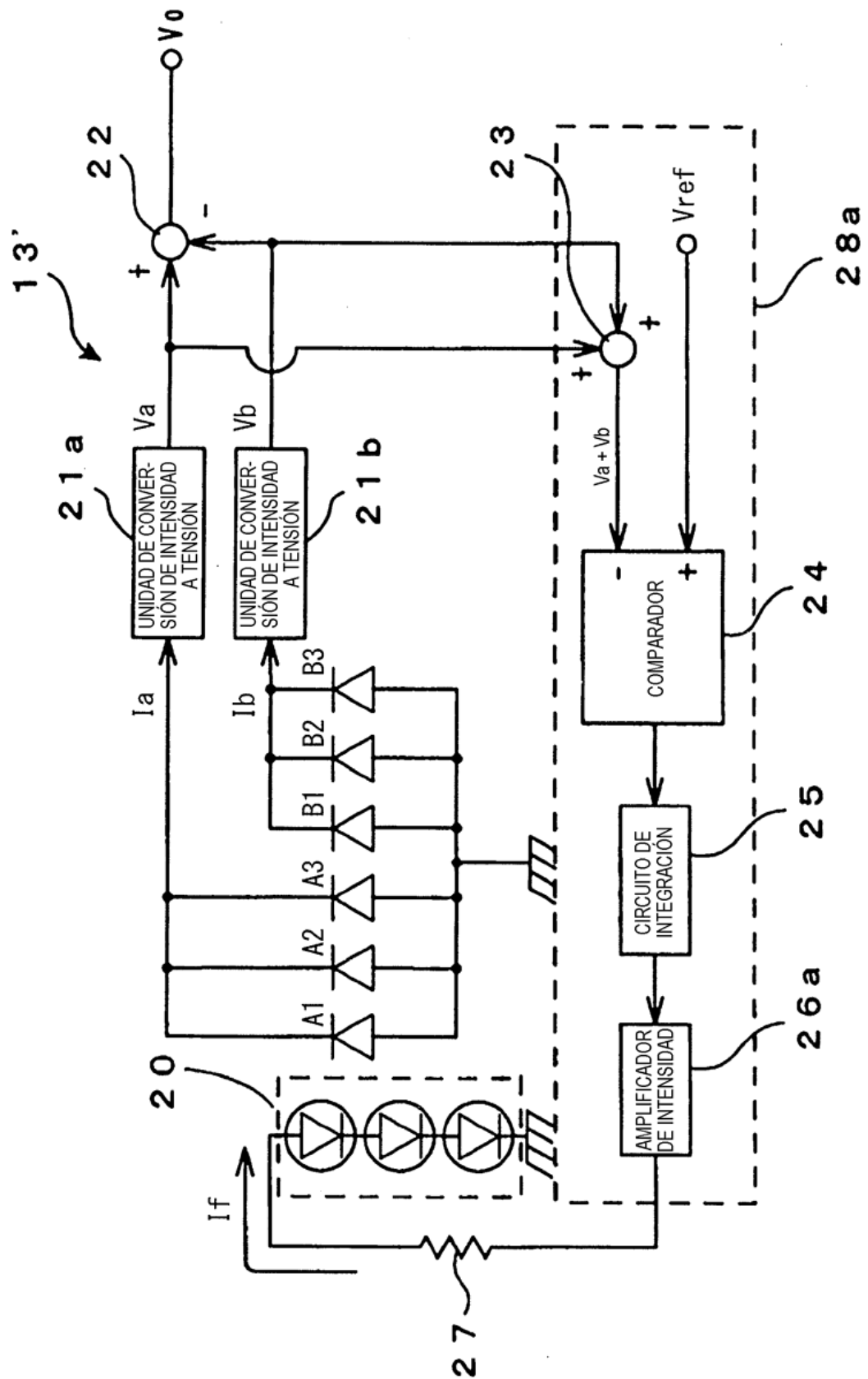


FIG. 13

