

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 588**

51 Int. Cl.:

G01D 5/245 (2006.01)

H02K 11/215 (2006.01)

G01D 5/14 (2006.01)

G01B 7/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2012 PCT/JP2012/057005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12132994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2012 E 12763244 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2693169**

54 Título: **Dispositivo codificador absoluto y motor**

30 Prioridad:

31.03.2011 JP 2011079530

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.09.2017

73 Titular/es:

**ORIENTAL MOTOR CO., LTD. (100.0%)
21-11 Kojima 2-chome Taito-ku
Tokyo 111-0056, JP**

72 Inventor/es:

**SOMEYA, MASAYUKI;
HIRASAWA, YOSHIO y
OZEKI, SAKAO**

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

ES 2 634 588 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

Dispositivo codificador absoluto y motor

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo codificador absoluto y a un motor

10 **Antecedentes de la invención**

10 Se conoce un dispositivo codificador absoluto como dispositivo para controlar la rotación de un motor. El dispositivo
 15 codificador absoluto puede usarse para, por ejemplo, detectar un sentido de rotación, una frecuencia de rotación o
 una posición de rotación de un motor. Los dispositivos codificadores absolutos de este tipo pueden ser de tipo
 magnético y de tipo óptico. Los de tipo magnético son menos caros que los de tipo óptico y su resistencia ambiental
 es superior.

En el dispositivo codificador absoluto de tipo magnético se dispone, por ejemplo, un sensor magnético de modo que
 quede enfrentado a un imán permanente bipolar fijado a un árbol de rotación. Como sensor magnético se conoce un
 20 sensor que usa un elemento de magnetorresistencia gigante de válvula de espín (SV-GMR, por sus siglas en inglés)
 como elemento magnetorresistivo (véase, por ejemplo, el documento de patente 1). El sensor magnético de tipo SV-
 GMR incluye una capa anclada y una capa libre. La dirección de magnetización de la capa anclada es fija y la
 dirección de magnetización de la capa libre cambia de acuerdo con una dirección de campo magnético exterior. Un
 cambio de resistencia en la capa libre y en la capa anclada produce salidas de señales de onda sinusoidal que
 25 tienen fases diferentes cuando el árbol de rotación da una vuelta. Sin embargo, cuando el sensor magnético de tipo
 SV-GMR se usa para detectar rotación, la dirección de magnetización de la capa libre rota de acuerdo con el campo
 magnético exterior. Por lo tanto, no es posible saturar completamente el campo magnético de la capa libre sin
 afectar a la dirección de magnetización de la capa anclada que se usa como dirección de referencia o acoplamiento
 de capas (acoplamiento magnetoestático o similar). Por lo tanto, la operación se realiza en el campo magnético
 exterior bajo un campo magnético saturado y, por consiguiente, se limita un coeficiente de cambio de resistencia.

30 Además, como otro sensor magnético, se conoce un sensor que incluye un imán polarizado para un elemento
 magnetorresistivo anisótropo (AMR, por sus siglas en inglés) como elemento magnetorresistivo (véase, por ejemplo,
 el documento de patente 2). Este sensor magnético de tipo AMR utiliza un campo magnético de un imán permanente
 estable como dirección de magnetización en la dirección de referencia y tiene una única capa, y por lo tanto no
 35 afecta al acoplamiento de capas. Sin embargo, existen problemas tales como que el coeficiente de cambio de
 resistencia es menor que el del sensor magnético de tipo SV-GMR. Por lo tanto, es difícil obtener alta resolución y
 alta precisión independientemente del tipo de sensor magnético en el dispositivo codificador absoluto que utiliza solo
 el imán permanente bipolar.

40 En vista de estos antecedentes técnicos, se conoce también un dispositivo que pretende conseguir mayor resolución
 y mayor precisión del dispositivo codificador no mediante el tipo de sensor sino mediante una configuración del imán
 permanente o similar (véanse, por ejemplo, los documentos de patente 3 y 4). En el dispositivo codificador del
 documento de patente 3, un imán de detección de posición de rotación (imán PG) se dispone sobre una superficie
 45 periférica exterior de un sustrato rotatorio moldeado en forma de disco, y un imán de detección de posición de polo
 magnético (imán de polos) se dispone sobre una superficie superior del sustrato rotatorio. Además, en el dispositivo
 codificador del documento de patente 4, se forma una primera pista magnetizada con una pluralidad de polos sobre
 una superficie periférica exterior del rotador en forma de disco, y se forma una segunda pista magnetizada con un
 único polo sobre una superficie inferior del rotador en forma de disco. De esta manera, en los dispositivos de los
 documentos de patente 3 y 4, se combinan dos tipos de patrones magnéticos de modo que puede obtenerse mayor
 50 resolución y mayor precisión que en el dispositivo codificador absoluto que utiliza solo el imán permanente bipolar.

Sin embargo, en el dispositivo del documento de patente 3, es necesario un sustrato o un elemento de soporte para
 soportar un elemento de detección de posición (elemento MR) para detectar un campo magnético procedente del
 imán de posición de rotación además de un sustrato para soportar un elemento de detección de posición de polo
 55 magnético (elemento de Hall) para detectar un campo magnético procedente del imán de detección de posición de
 polo magnético. Además, debido a que el imán de detección de posición de polo magnético que genera un fuerte
 campo magnético se dispone sobre una superficie superior del sustrato rotatorio, el campo magnético procedente
 del imán de detección de posición de polo magnético afecta al campo magnético del imán de posición de rotación y
 del elemento de detección de posición para detectar un campo magnético procedente de este imán. Como solución
 60 a este problema, en el documento de patente 3 se dispone como elemento independiente una placa de blindaje
 magnético entre el imán de detección de posición de polo magnético y el imán de posición de rotación.

También en el dispositivo codificador del documento de patente 4, debido a que la segunda pista que genera un
 fuerte campo magnético se dispone sobre la superficie inferior del rotador en forma de disco, un campo magnético
 65 procedente de la segunda pista afecta a un campo magnético de la primera pista y a un elemento de detección
 magnética para detectar el campo magnético procedente de la primera pista. Además, se necesita un elemento de

soporte para soportar el elemento de detección magnética para detectar el campo magnético procedente de la primera pista, además de un sustrato para soportar el elemento de detección magnética para detectar el campo magnético procedente de la segunda pista.

- 5 De esta manera, en cada uno de los dispositivos de los documentos de patente 3 y 4, son necesarios elementos independientes para soportar los dos sensores magnéticos, y estos elementos independientes tienen que montarse teniendo en cuenta una distancia al imán y una distancia entre los sensores. Por lo tanto, es necesario un ajuste en el montaje, y el coste se incrementa. Adicionalmente, debido a que uno de los patrones magnéticos se forma sobre la superficie periférica exterior del rotador en forma de disco mientras que el otro patrón magnético se forma sobre la superficie superior o la superficie inferior del rotador en forma de disco, existe un problema de interferencia debido a un campo magnético de fuga entre los patrones magnéticos. Si para solucionar este problema se dispone la placa de blindaje magnético, el número de componentes aumenta adicionalmente y, por consiguiente, se incrementan la dificultad en el montaje y el coste.
- 10
- 15 Además, en el dispositivo del documento de patente 3, el elemento de detección de posición de polo magnético detecta una posición de suministro de energía a una bobina motriz del motor en aproximadamente unos cuantos pulsos por rotación basándose en un campo magnético procedente del imán de detección de posición de polo magnético. En el dispositivo del documento de patente 4, el elemento de detección magnético para detectar el campo magnético procedente de la segunda pista emite como salida una señal de índice, concretamente la señal de fase Z, por rotación. Para que los dispositivos de los documentos de patente 3 y 4 funcionen como dispositivos codificadores absolutos utilizando esta señal de salida, es necesario realizar un complicado proceso de cálculo de una señal de salida incremental obtenida desde el elemento de detección de posición (documento de patente 3) para detectar el campo magnético procedente del imán de posición de rotación o desde el elemento de detección magnética (documento de patente 4) para detectar el campo magnético procedente de la primera pista. Por lo tanto, es necesario disponer un componente independiente para este proceso de cálculo. Por ejemplo, en el dispositivo del documento de patente 4, se disponen un contador y una batería para mantener información de rotación múltiple en una especificación absoluta. Además, el contador y la batería también son necesarios para que el dispositivo del documento de patente 4 funcione como dispositivo codificador absoluto para detectar una posición absoluta dentro de una vuelta.
- 20
- 25
- 30

Lista de citas

Bibliografía de patentes

- 35 Documento de patente 1: JP 10-70325 A
Documento de patente 2: JP 2006-208025 A
Documento de patente 3: JP 2001-4405 A
Documento de patente 4: JP 2004-144497 A

40 Sumario de la invención

Problema técnico

- 45 En vista de las circunstancias anteriores, es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo codificador absoluto y un motor, que puedan ser fácilmente montados y puedan realizarse a un bajo coste al tiempo que mantienen alta resolución y alta precisión.

Solución al problema

- 50 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo codificador absoluto, que incluye: un imán permanente fijado a un árbol de rotación, que incluye un primer patrón magnético formado por dos polos y un segundo patrón magnético formado por una pluralidad de polos; un primer sensor magnético para detectar un campo magnético del primer patrón magnético; un segundo sensor magnético para detectar un campo magnético del segundo patrón magnético; un circuito de procesamiento de señal para obtener una señal de ángulo absoluto que indica una posición angular absoluta del árbol de rotación basándose en una señal de salida del primer sensor magnético, obtener una señal de ángulo relativo que indica una posición angular relativa del árbol de rotación basándose en una señal de salida del segundo sensor magnético, y calcular un ángulo de rotación absoluto del árbol de rotación basándose en la señal de ángulo absoluto y la señal de ángulo relativo; y un sustrato único dispuesto de modo que quede enfrentado al imán permanente para fijar el primer sensor magnético, el segundo sensor magnético y el circuito de procesamiento de señal, en que el primer patrón magnético se ubica en el interior de un rebaje en forma de copa formado en el imán permanente enfrentado al sustrato único, y se forma un campo magnético que tiene diferentes polaridades magnéticas alrededor del árbol de rotación, el primer sensor magnético se ubica para alojarse dentro del rebaje en forma de copa del imán permanente, y el segundo patrón magnético se forma para tener diferentes polaridades magnéticas de manera alterna a lo largo de una dirección circunferencial sobre una superficie periférica exterior del imán permanente. Adicionalmente, en la descripción y las reivindicaciones, "una pluralidad de polos" significa cuatro o más polos.
- 55
- 60
- 65

5 Por ejemplo, el primer sensor magnético se configura para emitir como salida señales que tienen diferentes fases en un periodo que permite que se discrimine un polo N y un polo S, el segundo sensor magnético se configura para emitir como salida señales que tienen diferentes fases en un periodo para no discriminar el polo N y el polo S, y una distancia entre el imán permanente y el sustrato único, y un grosor del imán permanente se seleccionan de acuerdo con características del primer sensor magnético y del segundo sensor magnético. Como ejemplo, el primer sensor magnético y el segundo sensor magnético incluyen un circuito puente formado por una pluralidad de elementos magnetorresistivos. Como otro ejemplo, el primer sensor magnético se forma por una pluralidad de elementos de Hall.

10 El sustrato único tiene un plano horizontal liso que se extiende en una dirección, y el primer sensor y el segundo sensor pueden montarse directamente sobre el mismo plano horizontal, concretamente sin intermediación de otro elemento de soporte entre el sustrato y los sensores.

15 Como ejemplo, el primer patrón magnético adopta una forma circular, y el primer sensor magnético se dispone sobre un eje del árbol de rotación. Como otro ejemplo, el primer patrón magnético adopta una forma anular, y el primer sensor magnético se dispone en una posición desplazada con respecto a un eje del árbol de rotación. Adicionalmente, en la descripción y las reivindicaciones, una forma circular comprende una forma sustancialmente circular con un intersticio predeterminado entre una porción de polo N que tiene una forma semicircular y una porción de polo S que tiene una forma semicircular. De manera similar, una forma anular comprende una forma sustancialmente anular con un intersticio predeterminado entre una porción de polo N que tiene una forma semianular y una porción de polo S que tiene una forma semianular.

20 El imán permanente puede incluir un elemento magnético en forma anular dispuesto en el interior del imán permanente. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un motor que incluye el dispositivo codificador absoluto antes mencionado, y el árbol de rotación es un mecanismo impulsor del motor.

Efectos ventajosos de la invención

30 En la invención de acuerdo con la reivindicación 1, se detectan el campo magnético del primer patrón magnético formado por dos polos y el campo magnético del segundo patrón magnético formado por una pluralidad de polos, y la señal de ángulo absoluto obtenida a partir del primer patrón magnético, así como la señal anular relativa obtenida a partir del segundo patrón magnético se usan para alcanzar mayor resolución y mayor precisión del dispositivo codificador. Además, el primer patrón magnético se forma sobre el plano que se extiende en la dirección que cruza la dirección axial en el interior del rebaje del imán permanente, y el segundo patrón magnético se forma sobre la superficie periférica exterior del imán permanente. Por lo tanto, el problema de interferencia debido al campo magnético de fuga entre los patrones magnéticos se reduce y, por consiguiente, no es necesario disponer otro elemento tal como un blindaje magnético. Por lo tanto, es posible facilitar el montaje y reducir el coste. Además, en la invención de acuerdo con la reivindicación 1, el primer sensor magnético, el segundo sensor magnético y el circuito de procesamiento de señal se fijan al sustrato único. Por lo tanto, es posible contribuir aún más a facilitar el montaje y reducir el coste que en un caso en el que se utilizan una pluralidad de sustratos u otro elemento de soporte para soportar el primer sensor magnético, el segundo sensor magnético y el circuito de procesamiento de señal. De esta manera, la invención de acuerdo con la reivindicación 1 permite la realización de un dispositivo codificador absoluto que puede montarse fácilmente y fabricarse a bajo coste al tiempo que mantiene alta resolución y alta precisión.

45 En la invención de acuerdo con la reivindicación 2, el primer sensor magnético emite como salida señales que tienen diferentes fases en el periodo que permite que se discriminen el polo N y el polo S, y el segundo sensor magnético emite como salida señales que tienen diferentes fases en el periodo para no discriminar el polo N y el polo S. Por lo tanto, la señal de ángulo absoluto puede obtenerse a partir de las señales que tienen diferentes fases del primer sensor magnético, y la señal de ángulo relativo puede obtenerse a partir de las señales que tienen diferentes fases del segundo sensor magnético. Por tanto, el ángulo de rotación absoluto del árbol de rotación puede obtenerse sin requerir un proceso de cálculo complicado. Además, no es necesario disponer un componente independiente para el proceso de cálculo complicado, lo que también puede contribuir a la reducción del tamaño y del coste de todo el dispositivo.

50 Adicionalmente, la distancia entre el imán permanente y el sustrato único, y el grosor del imán permanente pueden seleccionarse de acuerdo con las características del primer sensor magnético y del segundo sensor magnético. Por lo tanto, sin cambiar las posiciones de fijación del primer sensor magnético y del segundo sensor magnético sobre el sustrato único, ajustando la distancia entre el imán permanente y el sustrato único, ajustando el grosor del imán permanente, o ajustando ambos, es posible ajustar una relación posicional entre cada sensor y el imán permanente para obtener una intensidad de campo magnético adecuada para cada sensor. Por tanto, la labor de montaje en un procedimiento de fabricación del dispositivo codificador puede facilitarse adicionalmente.

65 En la invención de acuerdo con la reivindicación 3, el primer sensor magnético y el segundo sensor magnético se montan directamente sobre el mismo plano horizontal del sustrato único. Por tanto, cuando el primer y el segundo sensor magnético se fijan al sustrato único, es posible un montaje mecánico utilizando, por ejemplo, una máquina de

montaje (montador) y, por consiguiente, puede facilitarse el montaje adicionalmente.

La invención de acuerdo con la reivindicación 4 puede aplicarse a un dispositivo codificador absoluto que tenga una estructura en la que el imán permanente se fija a un extremo distal del árbol de rotación. La invención de acuerdo con la reivindicación 5 puede aplicarse a un dispositivo codificador absoluto que tenga una estructura de un árbol de rotación de tipo de penetración.

La invención de acuerdo con la reivindicación 6 puede conseguir una estructura que sea resistente a un campo magnético flotante externo. La invención de acuerdo con la reivindicación 7 puede conseguir un motor con un dispositivo codificador absoluto al que se aplican las invenciones de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 6.

Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1]La Figura 1 es una vista en sección transversal de un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

[FIG. 2]La Figura 2 es una vista en planta del dispositivo codificador absoluto ilustrado en la FIG. 1.

[FIGS. 3]La Figura 3(a) es una vista en perspectiva de un imán permanente, que ilustra un primer patrón magnético de acuerdo con la primera realización. La Figura 3(b) es una vista en perspectiva del imán permanente, para ilustrar un segundo patrón magnético de acuerdo con la primera realización.

[FIG. 4]La Figura 4 es una vista en perspectiva del imán permanente, para ilustrar un campo desmagnetizante en el interior del imán.

[FIGS. 5]La Figura 5(a) es un diagrama estructural de un primer sensor magnético de acuerdo con la primera realización. La Figura 5(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 5(a).

[FIGS. 6]La Figura 6(a) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de salida del primer sensor magnético con respecto a un ángulo de rotación. La Figura 6(b) es una figura Lissajous de la señal de salida del primer sensor magnético. La Figura 6(c) es un gráfico que muestra un valor angular obtenido mediante una operación arcotangente de la señal de salida del primer sensor magnético.

[FIGS. 7]La Figura 7(a) es un diagrama estructural de un elemento que constituye el segundo sensor magnético. La Figura 7(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 7(a).

[FIG. 8]La Figura 8 es una vista en perspectiva del imán permanente, para ilustrar un campo magnético detectado por el segundo sensor magnético.

[FIGS. 9]La Figura 9(a) es una vista en planta del imán permanente para ilustrar un principio de detección del segundo sensor magnético. La Figura 9(b) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de salida de cada elemento ilustrado en la Figura 9(a).

[FIG. 10]La Figura 10 es un diagrama estructural del segundo sensor magnético de acuerdo con la primera realización.

[FIGS. 11]La Figura 11(a) es una vista en perspectiva del dispositivo codificador absoluto para ilustrar una relación posicional entre un campo magnético del segundo patrón magnético y el segundo sensor magnético. La Figura 11(b) es una vista en perspectiva del dispositivo codificador absoluto, para ilustrar una relación posicional entre el campo magnético del segundo patrón magnético y el segundo sensor magnético en un caso en el que un imán permanente ilustrado en la Figura 11(a) se desplaza en una dirección axial de un árbol de rotación.

[FIG. 12]La Figura 12 es un diagrama de bloques de un circuito de procesamiento de señal de acuerdo con la primera realización.

[FIGS. 13]La Figura 13(a) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de salida procedente del segundo sensor magnético. La Figura 13(b) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de ángulo relativa obtenida a partir de la señal de salida ilustrada en la Figura 13(a). La Figura 13(c) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de salida procedente del primer sensor magnético. La Figura 13(d) es un diagrama de forma de onda que ilustra una señal de ángulo absoluto obtenida a partir de la señal de salida ilustrada en la Figura 13(c).

[FIG. 14]La Figura 14 es un diagrama de forma de onda que ilustra una relación entre los datos del ángulo θ_1 y los datos del ángulo θ_2 .

[FIG. 15]La Figura 15 es un diagrama de configuración de un motor en el cual se ha montado el dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la primera realización.

[FIG. 16]La Figura 16 es una vista en sección transversal de un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

[FIG. 17]La Figura 17 es una vista en planta del dispositivo codificador absoluto ilustrado en la Figura 16.

[FIG. 18]La Figura 18 es una vista en perspectiva de un imán permanente, para ilustrar un primer patrón magnético de acuerdo con la segunda realización.

[FIGS. 19]La Figura 19(a) es una vista en perspectiva que ilustra un campo magnético en un caso en el que el primer patrón magnético tiene una forma circular. La Figura 19(b) es una vista en perspectiva que ilustra un campo magnético en un caso en el que un segundo patrón magnético tiene una forma anular.

[FIGS. 20]La Figura 20(a) es un diagrama estructural de un elemento de un segundo sensor magnético de acuerdo con otra realización de la presente invención. La Figura 20(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 20(a).

[FIG. 21]La Figura 21 es un diagrama estructural de un segundo sensor magnético de acuerdo con otra realización.

[FIGS. 22]La Figura 22(a) es un diagrama estructural de un segundo sensor magnético de acuerdo con aún otra realización de la presente invención. La Figura 22(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 22(a).

[FIGS. 23]La Figura 23(a) es un diagrama estructural de un primer sensor magnético de acuerdo con aún otra realización de la presente invención. La Figura 23(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 23(a).

[FIGS. 24]La Figura 24(a) es un diagrama estructural de un primer sensor magnético de acuerdo con una realización adicional de la presente invención. La Figura 24(b) es un diagrama de circuito del sensor ilustrado en la Figura 24(a).

[FIG. 25]La Figura 25 es una vista en perspectiva de un imán permanente de acuerdo con una realización adicional de la presente invención.

[FIG. 26]La Figura 26 es una vista en sección transversal del imán permanente, para ilustrar otro método para fijar el árbol de rotación y el imán permanente.

15 Descripción de realizaciones

[Primera realización]

Ahora se describen realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. La Figura 1 es una vista en sección transversal de un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con una primera realización de la presente invención, y la Figura 2 es una vista en planta del dispositivo codificador ilustrado en la Figura 1 visto desde arriba. Un dispositivo codificador 1 incluye un imán permanente 4 fijado a un árbol de rotación 2, y un sustrato 8 para soportar un primer sensor magnético 5, un segundo sensor magnético 6 y un circuito de procesamiento de señal 7. El imán permanente 4 incluye una parte de cuerpo principal 11 a modo de disco que tiene una forma de copa con un saliente alargado formado a lo largo de un reborde periférico en un lado inferior, y una porción de fijación de árbol de rotación 12 que sobresale de una parte central de una superficie superior de la parte de cuerpo principal 11 hacia el árbol de rotación 2 con un parte en escaló. En esta realización, un extremo distal del árbol de rotación 2 se inserta en un rebaje formado en un eje central de la porción de fijación de árbol de rotación 12 del imán permanente 4 y se adhiere o une al contacto y, por consiguiente, el imán permanente 4 se fija al árbol de rotación 2.

El sustrato 8 es un sustrato único y es un sustrato que tiene un plano 8a que se extiende en una dirección que es horizontal. El primer y el segundo sensor magnético 5 y 6 se fijan sobre el mismo plano 8a del sustrato 8. Como se ilustra en la Figura 1, el sustrato 8 se dispone de modo que queda enfrentado a una superficie inferior del imán permanente 4 para cubrir así un rebaje 13 en forma de copa de la parte de cuerpo principal 11 del imán permanente.

Sobre una superficie superior interna 11a de la parte de cuerpo principal 11 del imán permanente 4, hay formado un primer patrón magnético 14 a lo largo de una dirección de rotación del árbol de rotación hacia la superficie inferior. Sobre una superficie periférica externa de la parte de cuerpo principal 11, hay formado un segundo patrón magnético 16 a lo largo de una dirección circunferencial. El primer sensor magnético 5 se dispone sobre un plano 8a del sustrato 8 de modo que queda enfrentado al primer patrón magnético 14 para detectar así un campo magnético procedente del primer patrón magnético 14. El segundo sensor magnético 6 se dispone sobre el plano 8a del sustrato 8 con un espacio predeterminado sobre el lateral periférico externo del imán permanente 4 de modo que queda enfrentado al segundo patrón magnético 16 para detectar así un campo magnético procedente del segundo patrón magnético 16. Sobre el otro plano del sustrato 8 se fija el circuito de procesamiento de señal 7.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del imán permanente 4. Por motivos de descripción, la Figura 3(a) ilustra solo el primer patrón magnético 14, y la Figura 3(b) ilustra solo el segundo patrón magnético 16. La parte de cuerpo principal 11 del imán permanente 4 tiene una forma de copa adoptada por el rebaje 13 en el interior de la superficie inferior de disco en una relación posicional ilustrada en la Figura 1. Sobre la superficie 11a que se extiende en una dirección que cruza una dirección axial en el interior del imán permanente 4 (la superficie superior interna 11a del rebaje enfrentado al sustrato 8 en la relación posicional ilustrada en la Figura 1, en concreto, la superficie del fondo interior 11a de la forma de copa en la relación posicional ilustrada en la Figura 3(a)), se forma el primer patrón magnético 14 compuesto por dos polos a lo largo de la dirección de rotación (véase la FIG. 3(a)). Sobre una superficie periférica exterior 11b, se forma el segundo patrón magnético 16 compuesto por una pluralidad de polos en los que se magnetizan sucesivamente polos N y polos S de forma alterna a lo largo de la dirección circunferencial (véase la FIG. 3(b)). En esta realización, el imán permanente 4 está hecho de un imán de resina. Por lo tanto, la forma de copa de la parte de cuerpo principal 11 y la estructura de la porción de fijación de árbol de rotación 12 se pueden formar fácilmente. El primer patrón magnético 14 y el segundo patrón magnético 16 se forman mediante magnetización de superficie. La magnetización de superficie implica un método de magnetización mediante el ajuste de una culata que solo se aproxima a la superficie que va a magnetizarse.

El segundo patrón magnético 16 se forma mediante la magnetización de una pluralidad de polos que incluyen polos S y polos N de forma alterna en la dirección circunferencial sobre la superficie periférica exterior 11b de la parte de cuerpo principal del imán permanente 4. El método de magnetización en esta realización no se realiza mediante magnetización de doble cara, en la que se magnetizan ambas caras, sino mediante la magnetización de superficie en la que solo se magnetiza una cara. En otras palabras, la magnetización de superficie se realiza solo sobre la

superficie periférica exterior 11b de la parte de cuerpo principal, y la superficie periférica interior de la parte de cuerpo principal que define una superficie lateral del rebaje 13 no se magnetiza. Mediante la magnetización de superficie solo sobre la superficie periférica exterior 11b de la parte de cuerpo principal, se genera un campo magnético únicamente desde la superficie periférica exterior 11b de la parte de cuerpo principal, y no se genera ningún campo magnético desde la superficie periférica interna de la parte de cuerpo principal. Además, un campo magnético procedente del segundo patrón magnético 16 formado por medio de magnetización de superficie sobre la superficie periférica externa 11b de la parte de cuerpo principal apenas se filtra hacia el rebaje 13 de la parte de cuerpo principal 11. Llegado este punto, un campo desmagnetizante en el interior del imán de resina generado mediante la magnetización de superficie sobre la superficie periférica exterior 11b de la parte de cuerpo principal se indica por una curva en la Figura 4. Debido a que el campo desmagnetizante del segundo patrón magnético 16 se genera en el interior del imán permanente 4, como se ilustra en la Figura 4, es posible reducir fugas del campo magnético del segundo patrón magnético 16 magnetizado sobre la superficie periférica exterior 11b hacia el interior de la forma de copa de la parte de cuerpo principal 11. Además, el primer patrón magnético 14 se forma mediante la magnetización de superficie no sobre la superficie inferior o la superficie superior del imán permanente 4 sino sobre la superficie 11a que se extiende en la dirección que cruza la dirección axial en el interior del rebaje 13 formado en el imán permanente 4. Esta magnetización de superficie es, de manera similar a la magnetización de superficie del segundo patrón magnético 16, la magnetización de superficie para magnetizar solo una cara, y el primer patrón magnético 14 se magnetiza solo sobre la superficie 11a. Por lo tanto, se reduce un campo magnético de fuga desde el primer patrón magnético 14 hasta el exterior de la parte de cuerpo principal 11. Por lo tanto, en esta estructura, el campo magnético de fuga del primer patrón magnético 14 no interfiere con el segundo sensor magnético 6, y un campo magnético de fuga del segundo patrón magnético 16 no interfiere con el primer sensor magnético 5.

Un grosor del imán permanente 4 puede ajustarse de acuerdo con características del primer y segundo sensor magnético 5 y 6. Por ejemplo, si el primer sensor magnético 5 necesita una fuerza magnética mayor, se reduce el grosor del imán permanente 4 para que una distancia entre el primer sensor magnético 5 y el primer patrón magnético 14 formado en el interior del rebaje del imán permanente 4 pueda reducirse. Si el segundo sensor magnético 6 necesita una fuerza magnética mayor, se aumenta el grosor del imán permanente 4 para que un área magnetizada del segundo patrón magnético 16 sobre el imán permanente 4 pueda aumentarse.

A continuación se describen los sensores magnéticos 5 y 6. El primer sensor magnético 5 es un sensor magnético que emite como salida señales que tienen diferentes fases en un periodo que permite que se discriminen los polos N y S. En esta realización se utiliza, como ejemplo, un sensor magnético de tipo SV-GMR para el primer sensor magnético 5. La Figura 5(a) es un diagrama estructural que ilustra áreas de superficie de detección magnética (e1 a e8) del SV-GMR que constituye el primer sensor magnético 5 y direcciones de magnetización (m1 a m8) que indican una capa anclada, y la Figura 5(b) es un diagrama que ilustra un circuito equivalente de esta estructura. Un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e1 y e2, un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e5 y e6, un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e3 y e4 y un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e7 y e8 se disponen sobre la misma circunferencia a intervalos de 90 grados, como se ilustra en la Figura 5(a).

Un cambio de resistencia de las áreas de superficie de detección magnética se determina por la Ecuación (1):

$$R=R_0-\Delta R\cos(\theta-\theta_{pin}) \dots (1),$$

donde R_0 representa una resistencia cuando no se aplica ningún campo magnético externo al SV-GMR, ΔR representa un cambio de resistencia, θ representa una dirección de magnetización del campo magnético externo (dirección de campo magnético de una capa libre) y θ_{pin} representa una dirección de magnetización de la capa anclada.

Mediante la disposición de un área de detección magnética que tiene el cambio de resistencia de la Ecuación (1) como se ilustra en la Figura 5(a), pueden discriminarse los polos N y S en el mismo periodo que el periodo del campo magnético, y se pueden obtener las señales que tienen diferentes fases.

Este primer sensor magnético 5 detecta un campo magnético del primer patrón magnético 4 y emite como salida un periodo de señales de onda sinusoidal bifásica que tiene diferentes fases a 90 grados para una vuelta. Esta salida se convierte en una señal de ángulo absoluto (señal absoluta) sin necesitar un proceso de cálculo complicado. El primer sensor magnético 5 tiene características de salida de acuerdo con la intensidad del campo magnético exterior, como se ilustra en las Figuras 6. La Figura 6(a) muestra una salida del primer sensor magnético 5 respecto al ángulo de rotación, la Figura 6(b) muestra una figura de Lissajous de la salida del primer sensor magnético 5, y la Figura 6(c) muestra una señal de ángulo absoluto obtenida mediante la conversión de información de posición obtenida desde el primer sensor magnético 5 en un ángulo mediante una operación arcotangente (Arctan). Las Figuras 6(a) y 6(b) muestran, mediante una línea discontinua, la señal de salida cuando el primer sensor magnético 5 y el primer patrón magnético 14 están alejados el uno del otro. Cuando el primer sensor magnético 5 y el imán permanente 4 están próximos entre sí, la intensidad de un campo magnético aplicado al primer sensor magnético 5 aumenta, y las tensiones de salida de pico a pico (A_1 y B_1) de las señales de onda sinusoidal bifásica aumentan

simultáneamente. Cuando el primer sensor magnético 5 y el imán permanente 4 están alejados el uno del otro, las tensiones de salida de pico a pico (A2 y B2) de las señales de onda sinusoidal bifásica disminuyen simultáneamente. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 6(c), aunque el árbol de rotación se desplace en la dirección del árbol de rotación, la señal de ángulo absoluto obtenida mediante el proceso de cálculo, tal como la operación arcotangente (Arctan), no se ve afectada.

A continuación, se describe el segundo sensor magnético 6. La Figura 7(a) es un diagrama estructural de un elemento que constituye el segundo sensor magnético 6, y la Figura 7(b) es un diagrama de circuito equivalente de la estructura ilustrada en la Figura 7(a). El segundo sensor magnético 6 incluye una pluralidad de elementos ilustrados en la Figura 7(a), tal como se describe más adelante. El elemento está formado por un elemento magnetorresistivo 21 que tiene una resistencia de R1 y adopta una forma de cuadrícula vertical y un elemento magnetorresistivo 22 que tiene una resistencia R2 y adopta una forma de cuadrícula horizontal, que se conectan en serie. Un extremo del elemento magnetorresistivo 22 se conecta a un electrodo 23. De esta manera, debido a que la dirección de extensión del elemento magnetorresistivo 22 es, sustancialmente, perpendicular a la dirección de extensión del elemento magnetorresistivo 21, un campo magnético vertical que confiere el mayor cambio de resistencia al elemento magnetorresistivo 21 se convierte en un campo magnético que confiere el menor cambio de resistencia al elemento magnetorresistivo 22. En este caso, los valores de resistencia R1 y R2 de los elementos magnetorresistivo 21 y 22 vienen dados por las siguientes ecuaciones.

$$R1=R0-\Delta R\text{sen}^2\theta \quad \dots (2)$$

$$R2=R0-\Delta R\text{cos}^2\theta \quad \dots (3)$$

Una tensión de salida Vout procedente del circuito equivalente viene dada por la siguiente ecuación. [Ecuación 1]

$$V_{out} = \frac{R1}{R1+R2} \cdot V_{cc} \quad \dots (4)$$

Reemplazando las Ecuaciones (2) y (3) en la Ecuación (4) y reordenando la ecuación, se cumple la Ecuación (5). [Ecuación 2]

$$\begin{aligned} V_{out} &= \frac{R1}{R1+R2} \cdot V_{cc} \\ &= \frac{R0-\Delta R\text{sen}^2\theta}{2R0-\Delta R} \cdot V_{cc} \\ &= \frac{V_{cc}}{2} + \alpha \text{cos}^2\theta \quad \dots (5) \\ &\left[\alpha = \frac{\Delta R}{2(2R0-\Delta R)} \cdot V_{cc} \right] \end{aligned}$$

El campo magnético detectado por el segundo sensor magnético 6 se ilustra con una flecha en la Figura 8. En la Figura 8, un campo magnético emitido saliendo desde el segundo patrón magnético 16 formado sobre el imán permanente 4 se ilustra con una flecha. La Figura 9(a) ilustra una relación entre el segundo patrón magnético 16 y el campo magnético ilustrado en la Figura 8 visto desde la superficie superior del imán permanente 4. Para describir un principio de detección del segundo sensor magnético 6, cinco elementos (6a a 6e), cada uno de ellos ilustrado en la FIG. 7(a), se disponen e ilustran junto con el imán permanente 4. En la Figura 9(a), una flecha delgada que se extiende desde el segundo patrón magnético 16 en una forma de arco circular indica el campo magnético emitido saliendo desde el segundo patrón magnético ilustrado en la Figura 7, y una flecha gruesa dibujada en cada uno de los elementos 6a a 6e indica un campo magnético aplicado a cada uno de los elementos 6a a 6e.

Los elementos 6a a 6e se disponen en una línea lateral a lo largo del segundo patrón magnético 16, como se ilustra en la Figura 9(a). Se supone que una posición del elemento 6a se indica con a, una posición del elemento 6b se indica con b, una posición del elemento c se indica con c, una posición del elemento 6d se indica con d, una posición del elemento 6e se indica con e y un paso del patrón magnético se indica con P. Entonces, las distancias entre la posición a y las posiciones b, c, d y e son P/4, P/2, 3P/4 y 4P/4, respectivamente. Suponiendo que el imán permanente 4 rota a la izquierda en la Figura 9(a), las señales de salida de los respectivos elementos 6a a 6e son salidas de un periodo por paso del patrón magnético. En la relación posicional entre los elementos 6a a 6e y el segundo patrón magnético 16 ilustrada en la Figura 9(a), las formas de onda de señal, respectivamente emitidas como salida desde los elementos 6a a 6e, se ilustran en la Figura 9(b) (obsérvese que una forma de onda de solo una de las señales de salida bifásica emitidas como salida desde los elementos 6a y 6e se ilustra para la descripción).

Por lo tanto, como se ilustra en la Figura 10, al establecer el segundo sensor magnético 6 como sensor magnético

que incluye cuatro elementos 6a a 6d dispuestos en las posiciones a a d, respectivamente, es posible obtener una señal de onda cosinusoidal desde el elemento 6a, una señal de onda sinusoidal negativa desde el elemento 6b, una señal cosinusoidal negativa desde el elemento 6c y una señal de onda sinusoidal desde el elemento 6d. Como se describió antes con referencia a la Figura 7(a), cada uno de los elementos 6a a 6d está formado por los dos

5 elementos magnetorresistivos que tienen direcciones de extensión diferentes entre sí en aproximadamente 90 grados. Por lo tanto, cuando el segundo patrón magnético 16 rota, el segundo sensor magnético 16 produce señales de onda sinusoidal bifásica que tienen diferentes fases en 90 grados en un periodo para no discriminar polos N y S.

A continuación, se describe una relación posicional entre el segundo sensor magnético 6 y el segundo patrón magnético 16. Las Figuras 11 ilustran una relación posicional entre el imán permanente 4 y el segundo sensor magnético 6 visto desde una superficie lateral del dispositivo codificador 1. Debido a que el imán permanente 4 rota junto con el árbol de rotación 2, puede cambiarse una distancia hasta el sustrato 8 para soportar el segundo sensor 6. Por ejemplo, se supone un caso en el que el imán permanente 4 que tiene una distancia g1 hasta el sustrato 8 en la Figura 11(a) se desplaza en la dirección separándose del sustrato 8 para moverse a una posición que tiene una distancia g2 mayor que la distancia g1 hasta el sustrato 8, como se ilustra en la Figura 11(b). En este caso, debido a que el sustrato 8 soporta el sensor magnético 6, la distancia entre el imán permanente 4 y el sensor magnético 6 cambia. Sin embargo, debido a que el campo magnético procedente del segundo patrón magnético 16 se genera hacia abajo excepto por la dirección vertical, como se ilustra en las Figuras 11(a) y 11(b), el cambio de la distancia entre el imán permanente 4 y el sensor magnético 6 no afecta demasiado a la salida del segundo sensor magnético 6.

Además, la distancia entre el imán permanente 4 y el sustrato 8 puede ajustarse de acuerdo con características del primer y segundo sensor magnético 5 y 6. Por ejemplo, si los primeros sensores magnéticos 5 y 6 necesitan una fuerza magnética mayor, la distancia entre el imán permanente 4 y el sustrato 8 solo tiene que establecerse de modo que sea corta.

En esta realización, los primeros sensores magnéticos 5 y 6 se montan de manera mecánica sobre el mismo plano 8(a) del sustrato 8 por una máquina de montaje (montador) (véase la Figura 1). Cuando se montan los primeros sensores magnéticos 5 y 6, no es necesario otro elemento de soporte entre el sustrato 8 y los primeros sensores magnéticos 5 y 6.

A continuación, se describe el circuito de procesamiento de señal 7. Para medir un intervalo fino (ángulo) dentro de una vuelta, es necesario usar un cambio de fase de las señales de onda sinusoidal emitidas como salida desde los sensores magnéticos 5 y 6 para llevar a cabo un proceso de interpolación para hacer que un periodo espacial de las mismas sea más fino. La configuración del circuito de procesamiento de señal 7 para realizar el proceso de interpolación se ilustra en la Figura 12. Por ejemplo, el circuito de procesamiento de señal 7 se realiza usando una CPU. Al circuito de procesamiento de señal 7 se le suministran la salida del primer sensor magnético 5 y la salida del segundo sensor magnético 6. La Figura 13(a) ilustra formas de onda de las salidas A2 y B2 del segundo sensor magnético 6, y la Figura 13(c) ilustra las salidas A1 y B1 desde el primer sensor magnético 5. De cada una de las señales de fase A y fase B que tienen una fase de 90 grados, ilustradas en las Figuras 13(a) y 13(c), se hace un muestreo en un periodo predeterminado y se convierten en señales digitales mediante un conversor A/D 7a del circuito de procesamiento de señal 7. En esta realización, por ejemplo, se lleva a cabo una conversión A/D a 10 bits (2¹⁰).

Una sección de operación arcotangente 7b realiza una operación arcotangente (arctan) de la señal digital obtenida para calcular datos de ángulo θ1 basándose en la salida desde el primer sensor 5 y datos de ángulo θ2 basándose en la salida desde el segundo sensor 6. Una forma de onda de señal de salida de los datos de ángulo θ2 se ilustra en la Figura 13(b), y una señal de forma de onda de salida de los datos θ1 se ilustra en la Figura 13(d). Una sección de cálculo de ángulo absoluto 7c calcula un ángulo de rotación absoluto del árbol de rotación 2 basándose en los datos de ángulo θ1 y los datos de ángulo θ2 para calcular datos de ángulo absoluto θ. Una relación entre los datos de ángulo θ1 y los datos de ángulo θ2 se muestra en la Figura 14. Si el segundo patrón magnético 16 tiene 32 polos (2⁵ polos), se obtiene una salida de 32 periodos desde el segundo sensor magnético 6 por una salida de un periodo desde el primer sensor magnético 5, como se muestra en la Figura 14. En esta realización, debido a que se realiza un proceso de interpolación a 10 bits, un periodo de los datos de ángulo θ2 corresponden a 1,024 bits. Por lo tanto, los datos de ángulo absoluto θ pueden calcularse a partir de la Ecuación (6):

$$\theta=1024 \times (n-1)+\theta_2 \dots (6),$$

donde n representa un periodo de la señal de salida desde el segundo sensor magnético 6. Obsérvese que el periodo n indica un orden del periodo de la señal de salida desde el segundo sensor magnético 6. En esta realización, n es un entero del 1 al 32. Por ejemplo, si los datos de ángulo θ2 son un valor de segundo periodo de 800, como se muestra en la Figura 14, un valor de 1,824 se obtiene mediante el cálculo de 1024 x (2-1)+800. El periodo n de los datos de ángulo θ3 puede calcularse basándose en un valor obtenido dividiendo el ángulo del primer sensor magnético, en concreto los datos de ángulo θ1 entre 32. De esta manera, en esta realización, el proceso de interpolación a 10 bits se realiza utilizando el segundo patrón magnético 16 de 32 polos (2⁵ polos) y, en

consecuencia, pueden obtenerse las señales de ángulo absoluto de $2^5 \times 2^{10} = 2^{15}$.

Como se describió anteriormente, el dispositivo codificador absoluto 1 de esta realización detecta el campo magnético del primer patrón magnético 14 formado por dos polos y el campo magnético del segundo patrón magnético 16 formado por la pluralidad de polos, para usar la señal de ángulo absoluto obtenida a partir del primer patrón magnético 14 así como la señal de ángulo relativo obtenida a partir del segundo patrón magnético 16. Por tanto, se alcanza alta resolución, y el dispositivo codificador tiene alta precisión en su conjunto.

Además, debido a que el primer y el segundo sensor magnético 5 y 6 y el circuito de procesamiento de señal 7 se fijan al sustrato único 8, comparado con un caso en el que se utilicen una pluralidad de sustratos u otros elementos de soporte para soportar los sensores magnéticos 5 y 6 y el circuito de procesamiento de señal 7, el dispositivo puede montarse sin dificultad, y el coste puede reducirse. Además, el imán permanente 4 tiene forma de copa, el primer patrón magnético 14 se forma en el interior del imán permanente y el segundo patrón magnético 16 se forma sobre la superficie periférica exterior del imán permanente. Por lo tanto, el problema de interferencia entre los patrones magnéticos debido al campo magnético de fuga se reduce sin necesidad de disponer otro elemento, tal como, un blindaje magnético. Por lo tanto, puede facilitarse el montaje y el coste puede reducirse también por la relación posicional entre los dos tipos de patrones magnéticos 14 y 16 del imán permanente 4. Asimismo, adoptando la relación posicional antes mencionada entre los dos tipos de patrones magnéticos 14 y 16 del imán permanente, por ejemplo, comparado con un caso en el que tanto el primer patrón magnético 14 como el segundo patrón magnético 16 se forman sobre la superficie periférica exterior del imán permanente 4, puede conseguirse un imán permanente más delgado de modo que todo el tamaño del dispositivo codificador puede reducirse. Además, la relación posicional, en la que el primer sensor magnético 5 dispuesto para quedar enfrenteado al primer patrón magnético 14 puede alojarse en el rebaje 13 del imán permanente 4 cuando el imán permanente 4 y el sustrato 8 se aproximan entre sí, también contribuye a reducir el tamaño del dispositivo codificador 1.

Además, como se describió anteriormente, aunque el imán permanente 4 fijado al árbol de rotación 2 se desplace en la dirección axial, las salidas del primer y del segundo sensor magnético 5 y 6 no se ven afectadas de manera significativa. Por lo tanto, no es necesario alinear estrictamente el imán permanente 4 y el primer y el segundo sensor magnético 5 y 6. Además, puede realizarse un ajuste de la relación posicional entre el imán permanente y el primer y el segundo sensor magnético 5 y 6 ajustando la distancia entre el imán permanente 4 y el sustrato único 8 que tiene los sensores 5 y 6 fijados al mismo, ajustando el grosor del imán permanente 4, o ajustando ambos. Por tanto, no es necesario cambiar las posiciones de fijación del primer y del segundo sensor magnético 5 y 6 sobre el sustrato único 8a para el ajuste de la relación posicional y, por consiguiente, el trabajo de montaje puede simplificarse aún más.

Además, cuando el primer y el segundo sensor magnético 5 y 6 se montan en el sustrato único 8, no es necesario ajustar las posiciones de los sensores magnéticos mediante, por ejemplo, la disposición de otro elemento de soporte entre el sustrato 8 y los sensores magnéticos 5 y 6. Cuando se ajusta la relación posicional entre el imán permanente 4 y el primer y el segundo sensor 5 y 6, solo tiene que ajustarse la distancia entre el imán permanente 4 y el sustrato único 8, o el grosor del imán permanente 4, tal como se describió anteriormente. De esta manera, debido a que los sensores magnéticos 5 y 6 solo tienen que fijarse al sustrato 8 directamente sin intermediación de otro elemento, componentes de montaje en superficie, tales como un paquete de contorno pequeño (SOP, por sus siglas en inglés) o un paquete sin plomo, pueden montarse mecánicamente sobre el mismo plano 8a del sustrato 8 por una máquina de montaje (montador).

De esta manera, el dispositivo codificador 1 es un dispositivo codificador absoluto que puede montarse fácilmente y fabricarse a bajo coste al tiempo que mantiene alta resolución y alta precisión.

En la Figura 15 se ilustran estructuras del motor y del dispositivo codificador 1 en un caso en el que el árbol de rotación 2 en la primera realización es un mecanismo impulsor del motor. Como se ilustra en la Figura 15, es posible conseguir un motor con un dispositivo codificador absoluto compacto que puede detectar una velocidad de rotación del motor y una posición del árbol de rotación, montando el dispositivo codificador 1 en el árbol de rotación 2 de un motor 30.

[Segunda realización]

La Figura 16 es una vista en sección transversal de un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, y la Figura 17 es una vista en planta del dispositivo codificador ilustrado en la Figura 16 visto desde arriba. En un dispositivo codificador 31 ilustrado en las Figuras 16 y 17, un componente que sea correspondiente al componente del dispositivo codificador 1 de la primera realización se indica con el mismo símbolo de referencia que en la primera realización. El dispositivo codificador 31 de acuerdo con la segunda realización tiene una estructura diferente a la del dispositivo codificador 1 de acuerdo con la primera realización en que el árbol de rotación 2 penetra en el sustrato 8. El extremo distal del árbol de rotación 2 atraviesa un agujero pasante 8b formado en un centro del sustrato 8 y se inserta en un agujero pasante 12a formado en la porción de fijación de árbol de rotación 12 desde el interior del imán permanente 4 para fijarse al imán permanente 4 con un tornillo 32.

Una configuración del primer patrón magnético 14 del dispositivo codificador 31 se ilustra en la Figura 18. El primer patrón magnético 14 adopta una forma anular a lo largo del agujero pasante 12a en el que se inserta el árbol de rotación 2. Como se ilustra en las Figuras 16 y 17, el primer sensor magnético 5 se dispone en una posición desplazada con respecto a un eje del árbol de rotación 2 para evitar el agujero pasante 12a. La Figura 19(a) ilustra un campo magnético en un caso en el que una superficie magnetizada del primer patrón magnético tiene una forma circular, y la Figura 19(b) ilustra un campo magnético en un caso en el que la superficie magnetizada del primer patrón magnético tiene una forma anular. Como se ilustra en las Figuras 19, un campo magnético horizontal necesario para que el primer sensor magnético 5 detecte el campo magnético, se extiende hasta el exterior del patrón magnetizado. Por lo tanto, incluso aunque el primer sensor magnético 5 se disponga en una posición desplazada con respecto al eje del árbol de rotación 2, la salida del primer sensor magnético 5 no se ve afectada de manera significativa.

El dispositivo codificador 31 de acuerdo con la segunda realización tiene la misma configuración que el dispositivo codificador 1 de acuerdo con la primera realización excepto por la configuración en la que el árbol de rotación 2 penetra en el sustrato 9 y en el interior del imán permanente 4. Por tanto, el dispositivo codificador 31 de acuerdo con la segunda realización tiene una ventaja que es la misma que la ventaja antes mencionada del dispositivo codificador 1 de acuerdo con la primera realización.

[Otras realizaciones]

Aunque las realizaciones de la presente invención se describieron anteriormente, la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente y puede modificarse y cambiarse de diversas maneras basándose en las ideas técnicas de la presente invención. Por ejemplo, pueden establecerse direcciones de extensión de los elementos magnetorresistivos 21 y 22 (véanse las Figuras 7) de cada uno de los elementos 6a a 6d (véase la Figura 10) que constituyen el segundo sensor magnético 6, como se ilustra en la Figura 20(a). En el elemento ilustrado en la Figura 20(a), un elemento magnetorresistivo 41 (que tiene el valor de resistencia R1) y un elemento magnetorresistivo 42 (que tiene el valor de resistencia R2) se extienden, cada uno, con un ángulo de aproximadamente 45 grados respecto a una línea central virtual CL, y un extremo del elemento magnetorresistivo 42 se conecta a un electrodo 43. Un circuito equivalente correspondiente a la configuración del elemento ilustrado en la Figura 20(a) se ilustra en la Figura 20(b). Debido a que las direcciones de extensión del elemento magnetorresistivo 41 y del elemento magnetorresistivo 42 son diferentes en aproximadamente 90 grados, de manera similar al elemento ilustrado en la Figura 7(a), señales de onda sinusoidal que tienen diferentes fases en 90 grados se emiten como salida también desde el elemento ilustrado en la Figura 20(a). La Figura 21 ilustra una configuración de un segundo sensor magnético 46 formado por cuatro elementos (46a a 46d) ilustrados en las Figuras 20. Las posiciones de los elementos 46a a 46d son las mismas que las posiciones de los elementos 6a y 6d ilustrados en la Figura 10.

Además, como segundo sensor magnético, es posible usar un segundo sensor magnético 56 ilustrado en las Figuras 22. Una estructura del segundo sensor magnético 56 se ilustra en la Figura 22(a), y un circuito equivalente de esta se ilustra en las Figuras 22(b). El segundo sensor magnético 56 incluye ocho elementos magnetorresistivos dispuestos a intervalos de 45 grados, que suministran salidas que tienen diferentes fases, como se ilustra en la Figura 22(a), e incluye dos circuitos puente completos, cada uno de los cuales incluye cuatro elementos magnetorresistivos, como se ilustra en la Figura 22(b). En el elemento identificado por un número impar ilustrado en la Figura 22(a), se obtienen salidas cosinusoidales desde el tercer y quinto elementos que tienen direcciones de extensión diferentes entre sí en 90 grados. De manera similar, se obtienen salidas cosinusoidales negativas desde el primer y séptimo elemento que tienen direcciones de extensión diferentes entre sí en 90 grados. Un grupo de sensores de cuatro elementos identificados por números pares se dispone en una posición en la que el grupo de sensores completo se rota 45 grados desde una posición de un grupo de sensores de los cuatro elementos identificados por los números impares. Por lo tanto, pueden obtenerse salidas sinusoidales desde el sexto y octavo elemento que tienen direcciones de extensión diferentes entre sí en 90 grados. De manera similar, pueden obtenerse salidas sinusoidales negativas desde el segundo y cuarto elemento que tienen direcciones de extensión diferentes entre sí en 90 grados. Por lo tanto, una salida de un primer circuito puente completo formado por los elementos identificados por los números pares de 2, 4, 6 y 8 ilustrados en la Figura 22(b) y una salida de un segundo circuito puente completo formado por los elementos identificados por los números impares de 1, 3, 5 y 7 tienen fases diferentes entre sí en 90 grados y, por consiguiente, cuando el segundo patrón magnético 16 rota, de manera similar al segundo sensor magnético 6, se producen señales de onda sinusoidal bifásica que tienen fases diferentes entre sí en 90 grados desde el segundo sensor magnético 56.

En el segundo sensor magnético 56, los elementos magnetorresistivos se disponen independientemente del paso (P) del segundo patrón magnético 16. Por lo tanto, el segundo sensor magnético 56 tiene una ventaja de que el segundo sensor magnético 56 puede también aplicarse al segundo patrón magnético 16 con un paso (P) diferente.

A continuación, se describe el primer sensor magnético 5 de acuerdo con otras realizaciones de la presente invención. En cuanto al primer sensor magnético 5, las direcciones de magnetización m5 a m8 ilustradas en la Figura 5(a) pueden diferir de las direcciones ilustradas en la Figura 5(a) en 180 grados. Las direcciones de magnetización m1 a m4 pueden diferir de las direcciones ilustradas en la Figura 5(a) en 180 grados. Todas las

direcciones de magnetización m1 a m8 pueden diferir de las direcciones ilustradas en la Figura 5(a) en 180 grados.

Además, como primer sensor magnético, puede usarse un sensor magnético de tipo AMR 25 con un imán polarizado. La Figura 23(a) es un diagrama estructural del sensor magnético de tipo AMR 25, para ilustrar las áreas de superficie de detección magnética (e1 a e8) del AMR y las direcciones de magnetización (m1 a m4) del imán polarizado, y la Figura 23(b) es un diagrama que ilustra un circuito equivalente del mismo. Un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e1 y e2, un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e5 y e6, un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e3 y e4 y un grupo formado por las áreas de superficie de detección magnética e7 y e8 se disponen a intervalos de 90 grados sobre la misma circunferencia, como se ilustra en la Figura 23(a). Este sensor magnético de tipo AMR 25 usa diferentes direcciones de magnetización que se extienden radialmente desde un centro de una superficie de polo magnético de un imán polarizado. De manera similar al primer sensor magnético 5, también el primer sensor magnético 25 puede proporcionar señales que tienen diferentes fases para discriminar polos N y S en el mismo periodo que el periodo del campo magnético.

Los primeros sensores magnéticos 5 y 25 antes mencionados están formados por el elemento magnetorresistivo, pero el primer sensor magnético puede estar formado por un elemento de Hall. Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 24(a), cuatro elementos de Hall h1 a h4 se disponen sobre la misma circunferencia a intervalos de 90 grados para constituir un primer sensor magnético 35. La Figura 24(b) es un diagrama de circuito del primer sensor magnético 35 ilustrado en la Figura 24(a). El primer sensor magnético 35 puede también proporcionar señales que tienen diferentes fases para discriminar polos N y S en el mismo periodo que el periodo del campo magnético.

A continuación, se ilustra en la Figura 25 el imán permanente 4 de acuerdo con otra realización de la presente invención. El imán permanente 4 ilustrado en la Figura 25 incluye un elemento magnético 50 en forma anular fijado a una superficie interior de la forma de copa. Gracias a la disposición de este elemento magnético 50, el imán permanente 4 tiene una estructura que es resistente a un campo magnético flotante externo.

Además, otro método de fijación del imán permanente 4 y del árbol de rotación 2 se ilustra en la Figura 26. Como se ilustra en la Figura 26, en el imán permanente 4 de acuerdo con la primera realización, es posible formar un agujero roscado en un centro del mismo y fijar el árbol de rotación 2 desde el interior de la forma de copa del imán permanente 4 con un tornillo 52.

Lista de símbolos de referencia

- 35 1, 31 dispositivo codificador absoluto
- 2 árbol de rotación
- 4 imán permanente
- 5, 25, 35 primer sensor magnético
- 6, 46, 56 segundo sensor magnético
- 40 7 circuito de procesamiento de señal
- 8 sustrato
- 11 parte de cuerpo principal del imán permanente
- 11(a) superficie de fondo interior de la parte de cuerpo principal
- 11(b) superficie periférica exterior de la parte de cuerpo principal
- 45 12 porción de fijación de árbol de rotación del imán permanente
- 14 primer patrón magnético
- 16 segundo patrón magnético

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo codificador absoluto, que comprende:

5 un imán permanente (4) fijado a un árbol de rotación (2), que incluye un primer patrón magnético (14) formado por dos polos y un segundo patrón magnético (16) formado por una pluralidad de polos;
 un primer sensor magnético (5) para detectar un campo magnético del primer patrón magnético (14);
 un segundo sensor magnético (6) para detectar un campo magnético del segundo patrón magnético (16);
 un circuito de procesamiento de señal (7) para obtener una señal de ángulo absoluto que indica una posición
 10 angular absoluta del árbol de rotación (2) basándose en una señal de salida del primer sensor magnético (5),
 obtener una señal de ángulo relativo que indica una posición angular relativa del árbol de rotación (2) basándose
 en una señal de salida del segundo sensor magnético (6), y calcular un ángulo de rotación absoluto del árbol de
 rotación (2) basándose en la señal de ángulo absoluto y la señal de ángulo relativo; y
 un sustrato único (8) dispuesto de modo que queda enfrentado al imán permanente (4) para fijar el primer sensor
 15 magnético (5), el segundo sensor magnético (6) y el circuito de procesamiento de señal (7),
 en el que el primer patrón magnético (14) se ubica en el interior de un rebaje en forma de copa formado en el
 imán permanente (4) enfrentado al sustrato único (8), y se forma un campo magnético que tiene diferentes
 polaridades magnéticas alrededor del árbol de rotación,
 el primer sensor magnético (5) se ubica para alojarse dentro del rebaje en forma de copa del imán permanente
 20 (4), y
 el segundo patrón magnético (16) se forma para tener diferentes polaridades magnéticas de manera alterna a lo
 largo de la dirección circunferencial sobre una superficie periférica exterior del imán permanente (4).

2. Un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

25 el primer sensor magnético (5) se configura para emitir como salida señales que tienen diferentes fases en un
 periodo que permite que se discriminen un polo N y un polo S;
 el segundo sensor magnético (6) se configura para emitir como salida señales que tienen diferentes fases en un
 periodo para no discriminar el polo N y el polo S; y
 30 una distancia entre el imán permanente (4) y el sustrato único (8), y un grosor del imán permanente (4) se
 seleccionan de acuerdo con características del primer sensor magnético (5) y del segundo sensor magnético (6).

3. Un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sustrato único (8) tiene un
 plano horizontal que se extiende en una dirección, y el primer sensor magnético (5) y el segundo sensor magnético
 35 (6) se montan directamente sobre el mismo plano horizontal.

4. Un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer patrón magnético (14)
 adopta una forma circular, y el primer sensor magnético (5) se dispone sobre un eje del árbol de rotación (2).

40 5. Un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer patrón magnético (14)
 adopta una forma anular, y el primer sensor magnético (5) se dispone en una posición desplazada con respecto a un
 eje del árbol de rotación (2).

45 6. Un dispositivo codificador absoluto de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un elemento
 magnético en forma anular dispuesto en el interior del imán permanente (4).

7. Un motor, que comprende el dispositivo codificador absoluto de acuerdo con una cualquiera de las
 reivindicaciones 1 a 6, en el que el árbol de rotación (2) comprende un mecanismo impulsor del motor.

FIG.1

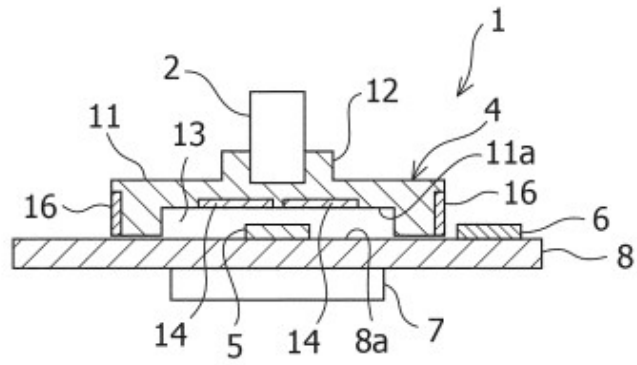


FIG.2

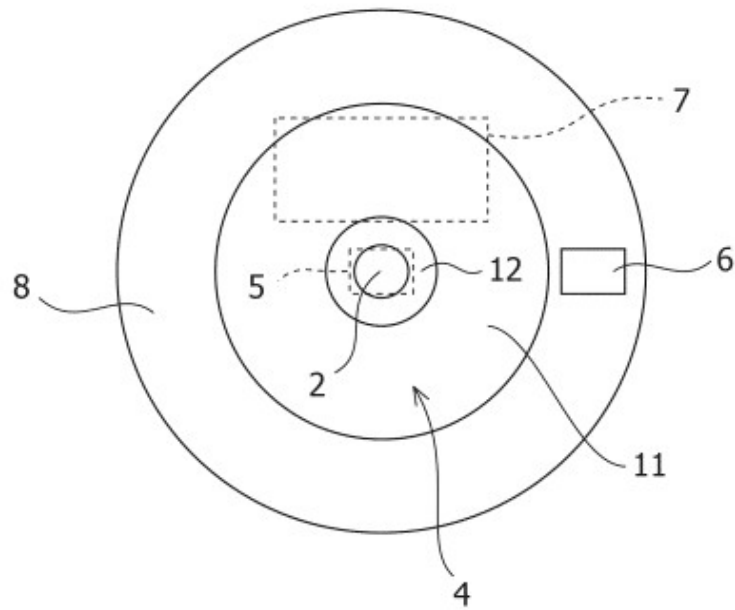


FIG.3(a)

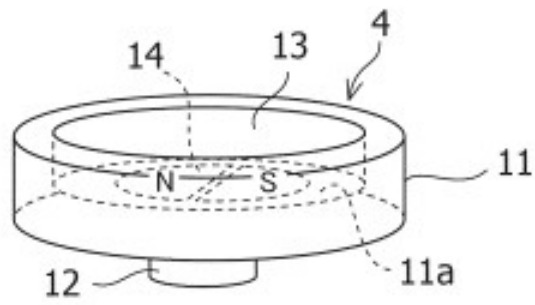


FIG.3(b)

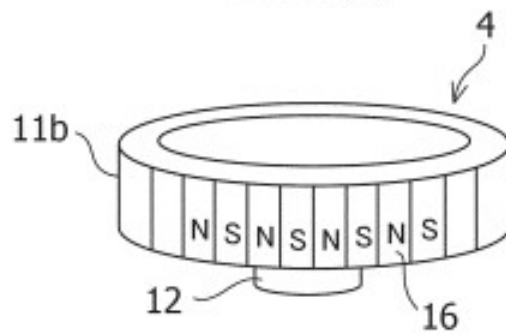
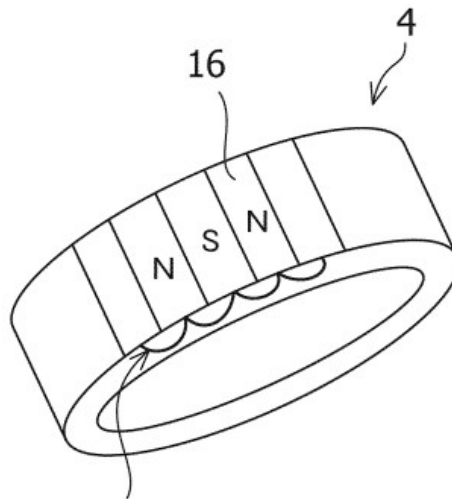


FIG.4



CAMPO DESMAGNETIZANTE EN EL INTERIOR DEL IMÁN DE RESINA

FIG.5(a)

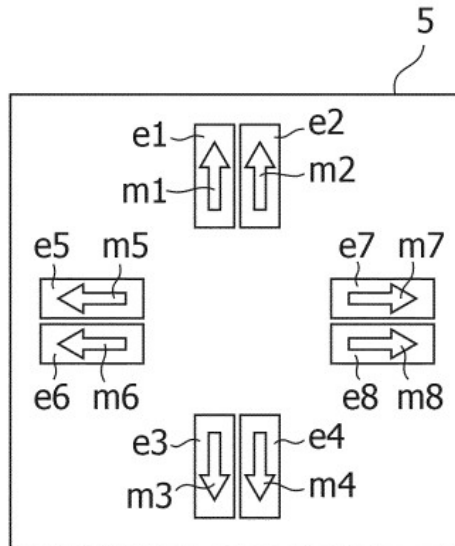
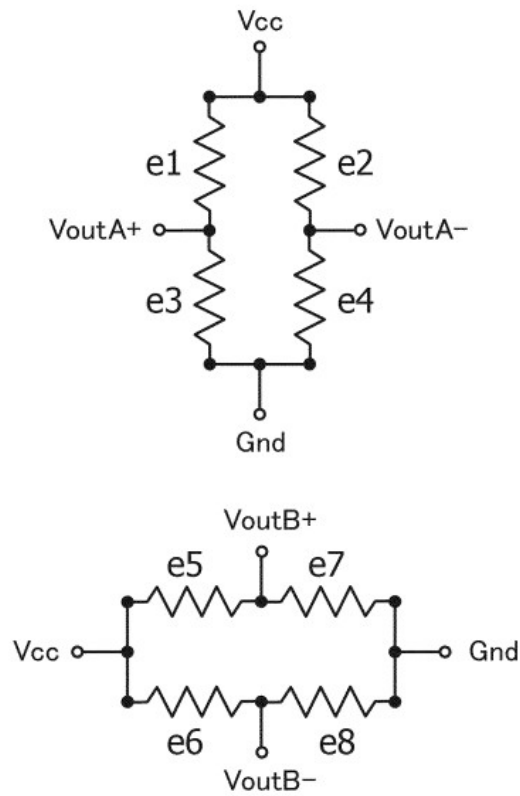


FIG.5(b)



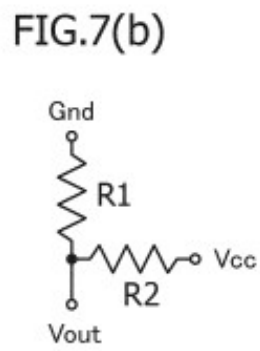
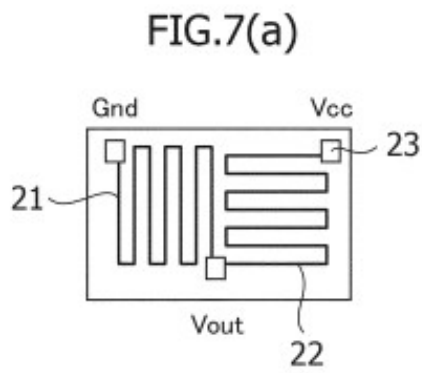
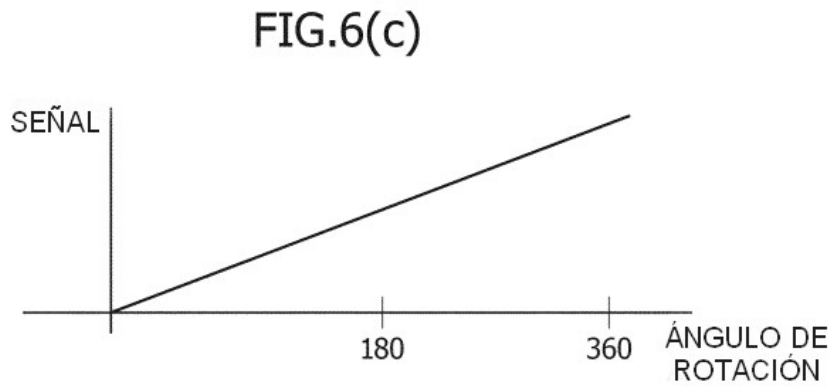
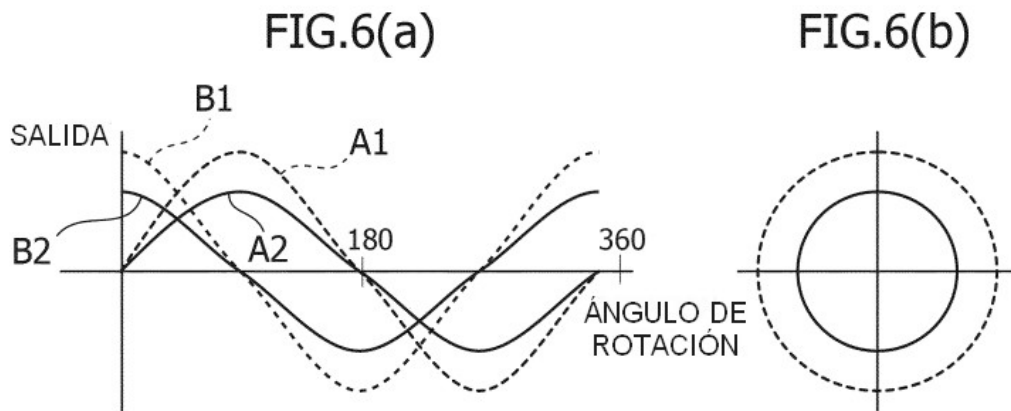


FIG.8

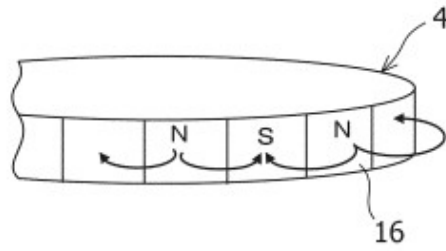


FIG.9(a)

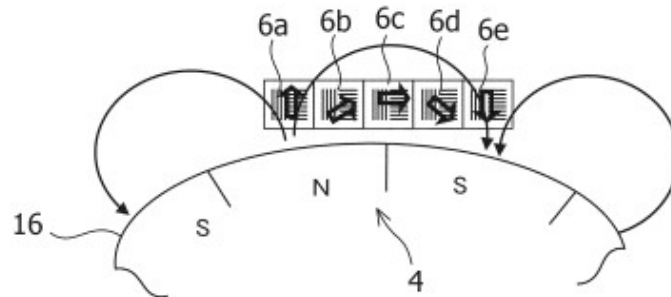


FIG.9(b)

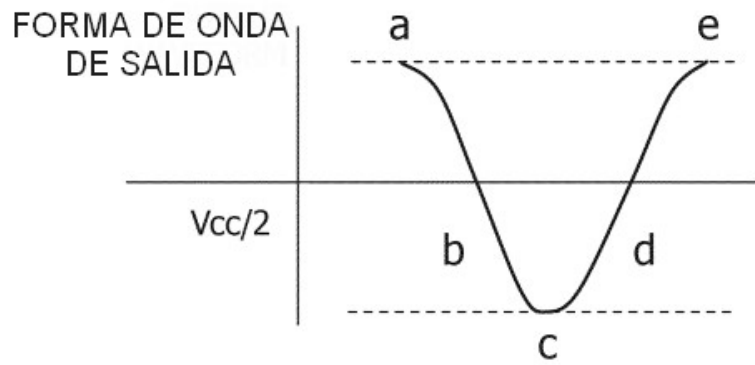


FIG.10

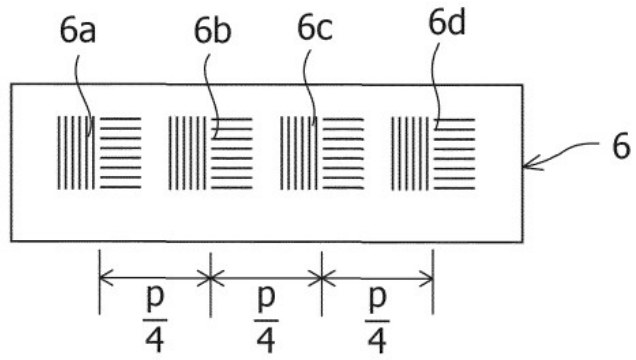


FIG.11(a)

FIG.11(b)

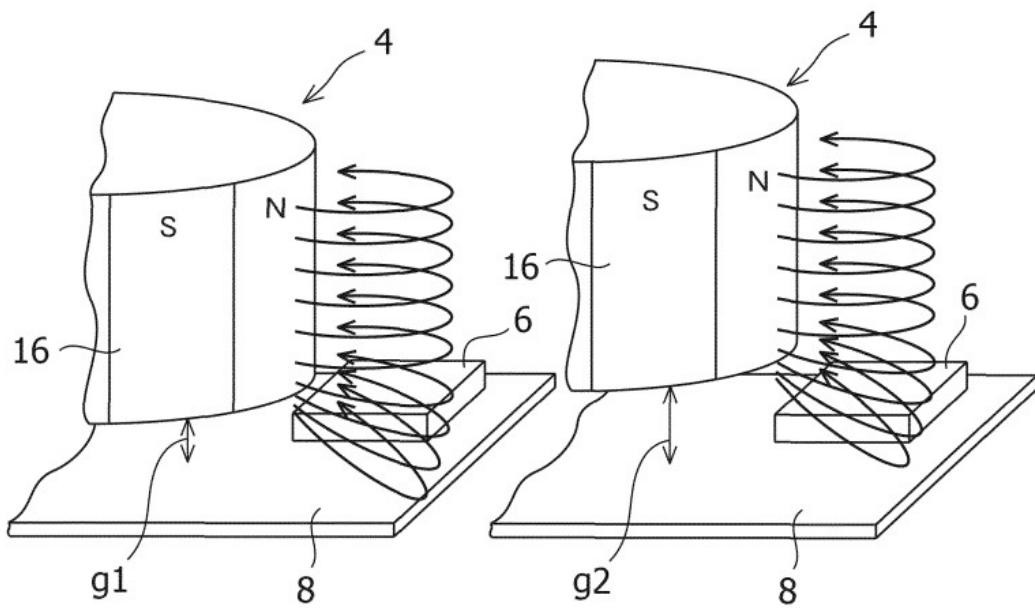
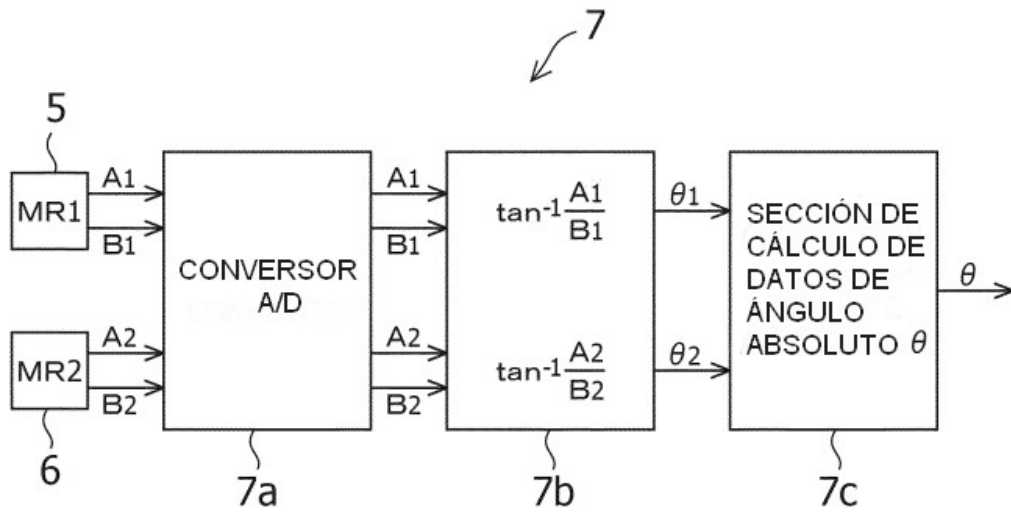


FIG.12



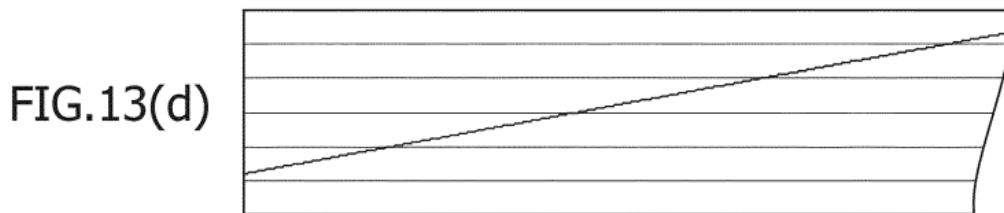
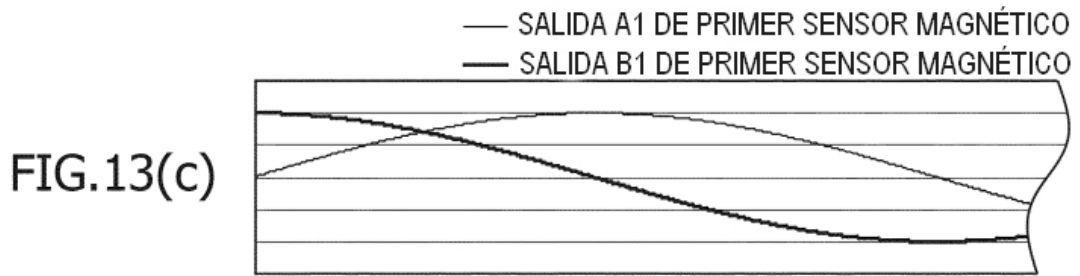
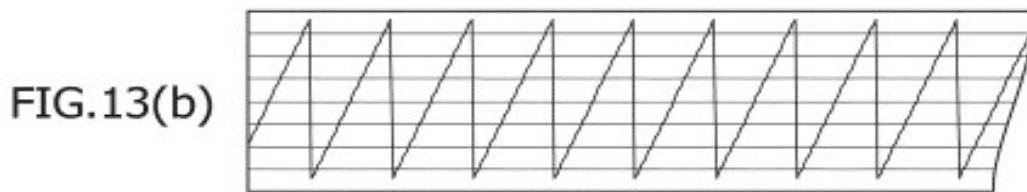


FIG.14

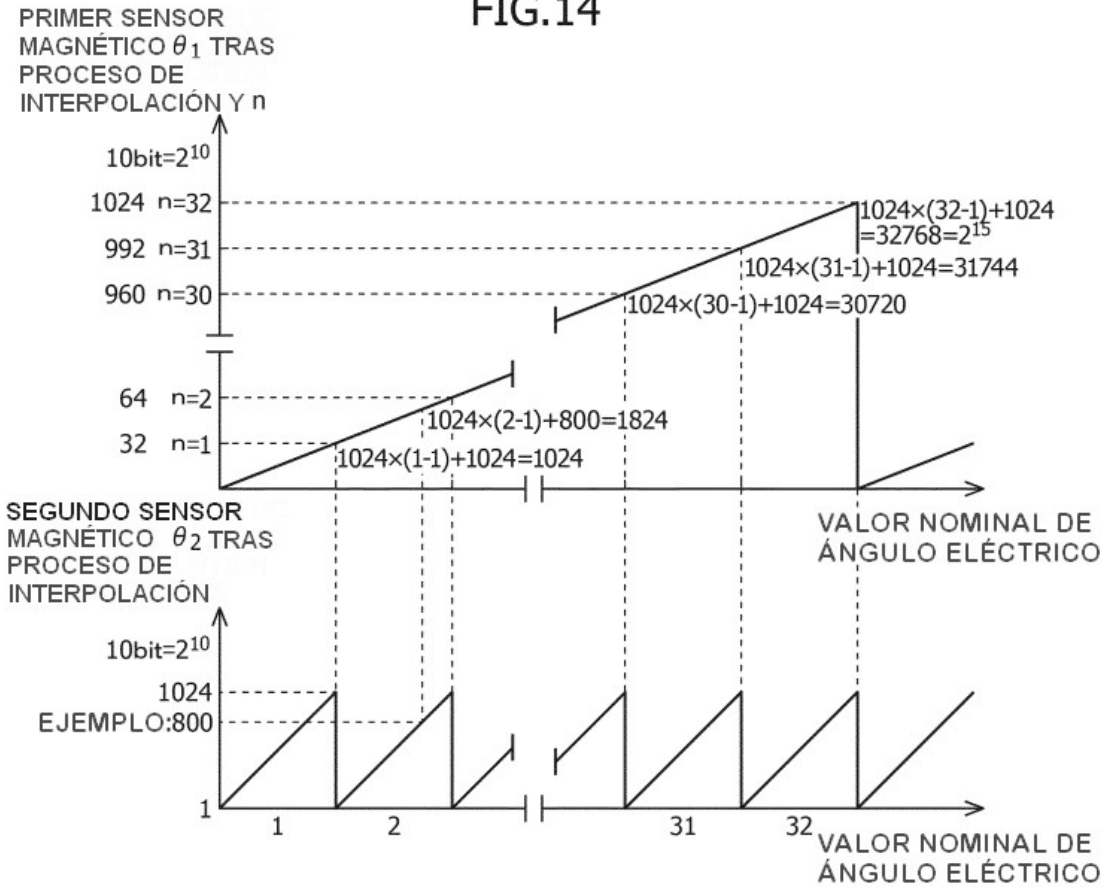


FIG.15

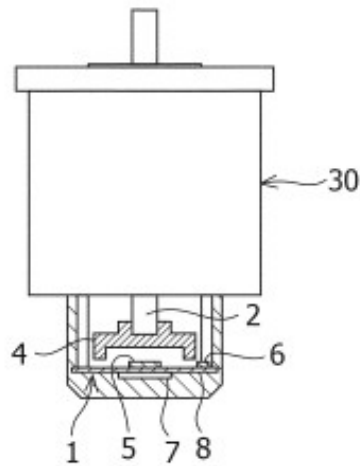


FIG.16

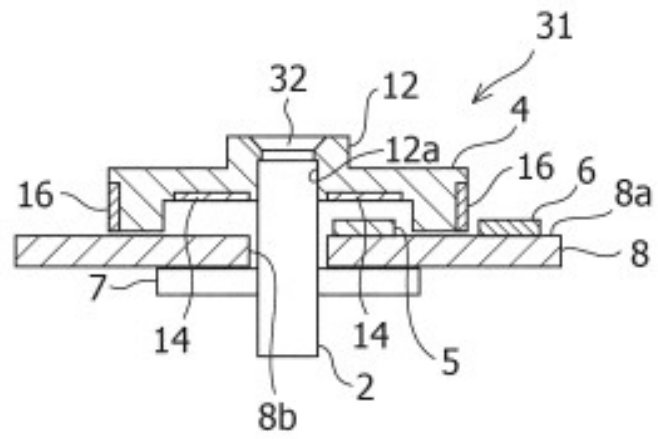


FIG.17

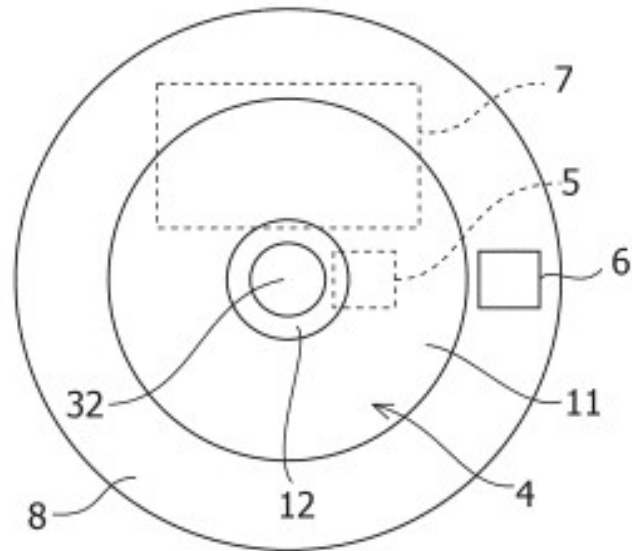


FIG.18

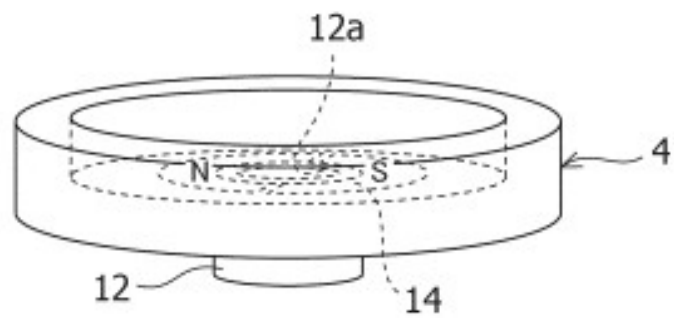


FIG.19(a)

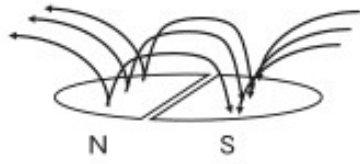


FIG.19(b)

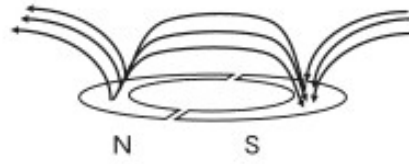


FIG.20(a)

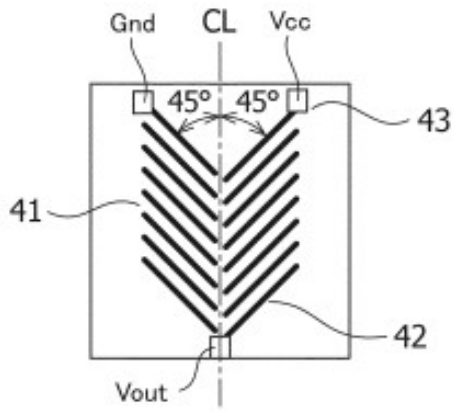


FIG.20(b)

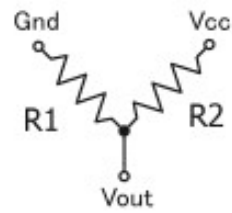


FIG.21

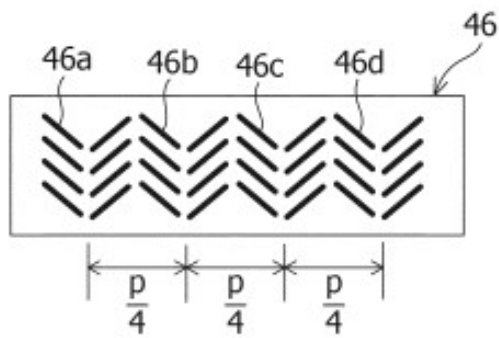


FIG.22(a)

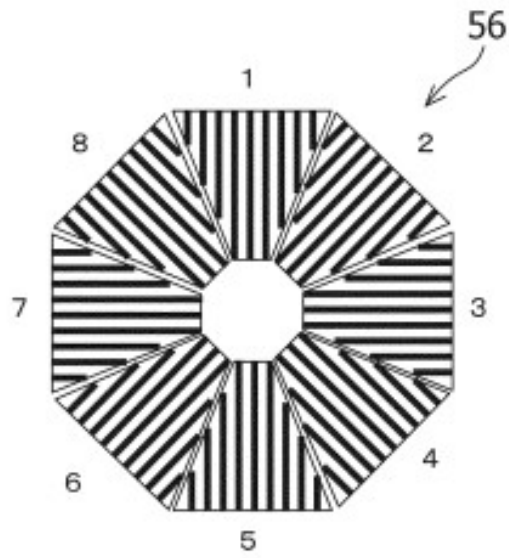


FIG.22(b)

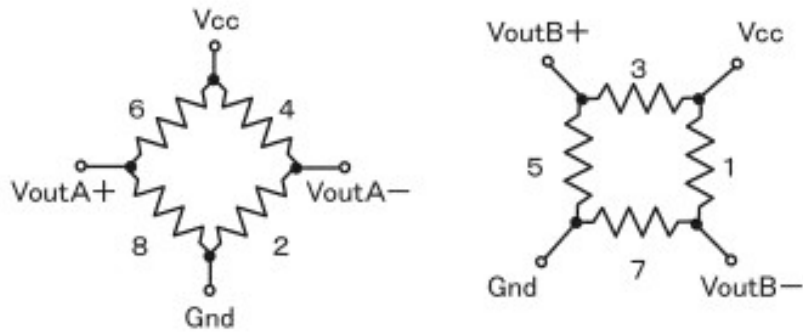


FIG.23(a)

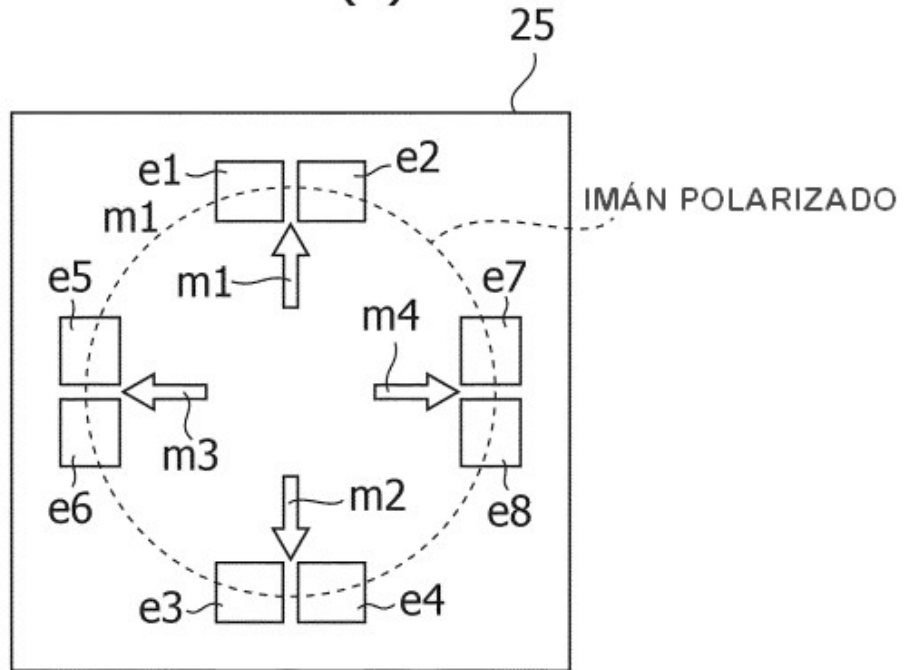


FIG.23(b)

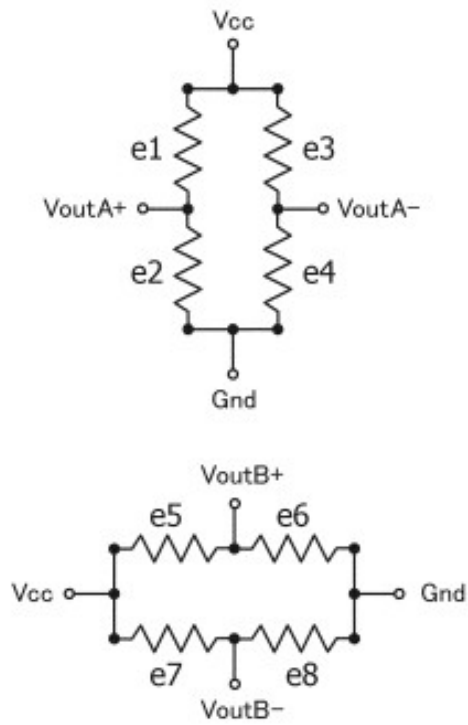


FIG.24(a)

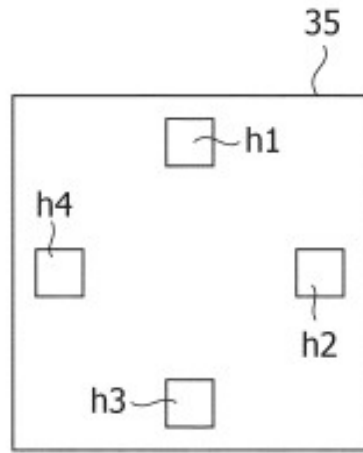


FIG.24(b)

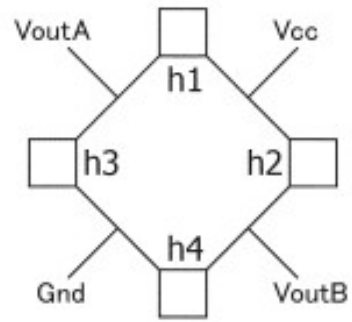


FIG.25

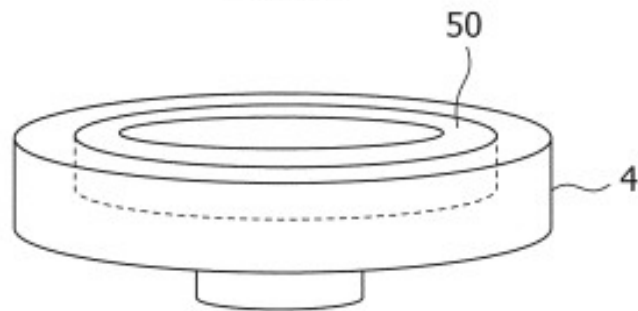


FIG.26

