

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 912**

51 Int. Cl.:

G01D 5/14 (2006.01)
G01D 5/56 (2006.01)
G01P 3/42 (2006.01)
G01R 33/00 (2006.01)
G06M 1/10 (2006.01)
G11C 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2020** **E 20201718 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023** **EP 3828508**

54 Título: **Elemento sensor para almacenar información de rotación o posición**

30 Prioridad:

27.11.2019 DE 102019218351

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

07.06.2023

73 Titular/es:

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
Dr.-Johannes-Heidenhain-Str. 5
83301 Traunreut, DE

72 Inventor/es:

SCHNEIDER, JOHANNES;
HOLZAPFEL, WOLFGANG y
HEUMANN, MARTIN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 942 912 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

Elemento sensor para almacenar información de rotación o posición

- 5 La invención se refiere a un elemento sensor para almacenar información de rotación o posición, por ejemplo, para un dispositivo de medición de ángulo o longitud de acuerdo con la reivindicación 1.

CAMPO DE LA TÉCNICA

- 10 Los dispositivos de medición de ángulos se utilizan, por ejemplo, como codificadores rotatorios para determinar la posición angular de dos partes de máquina que pueden girar una con respecto a la otra. Con este fin se utilizan a menudo los llamados dispositivos de medición de ángulo de múltiples vueltas, mediante los cuales es posible una determinación de la posición absoluta a lo largo de muchas revoluciones.

- 15 Además, se conocen dispositivos de medición de longitudes en los que se mide un desplazamiento lineal de dos piezas de máquina desplazables una con respecto a otra. Especialmente en el caso de dispositivos de medición de longitud con una longitud de medición comparativamente grande, a menudo se alinean varias escalas lineales o escalas idénticas una junto a la otra. Con dispositivos de medición de longitud de este tipo, debería ser posible una determinación de la posición absoluta en toda la longitud de medición.

- 20 Dichos dispositivos de medición o dispositivos de medición para accionamientos eléctricos se utilizan a menudo para determinar el movimiento relativo o la posición relativa de correspondientes partes de máquina. En este caso, los valores de posición generados se alimentan a un dispositivo electrónico posterior para controlar los accionamientos a través de una disposición de interfaz correspondiente.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 25 En el documento EP 1 740 909 B1 se describe un elemento sensor para un contador de revoluciones en el que se forman paredes de dominio, en donde el elemento sensor presenta una configuración en forma de espiral especial.

- 30 Por la solicitud de patente DE 10 2008 037 975 A1 se conoce un contador de revoluciones con un bucle de material magnético que contiene protuberancias en forma de pico en el interior del bucle así como presenta zonas de bucle fuera de los picos, en donde estas zonas de bucle tienen un recorrido con zonas en las que se encuentran curvaturas siempre en una dirección.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 35 La invención se basa en el objetivo de crear un elemento sensor o un sistema de almacenamiento que comprenda un conductor de pared de dominio y que permita un comportamiento de funcionamiento robusto frente a influencias externas y que pueda producirse de forma comparativamente económica.

- 40 Este objetivo se soluciona de acuerdo con la invención mediante las características de la reivindicación 1.

- 45 El elemento sensor para el almacenamiento en particular activo de información de rotación o posición comprende un conductor de pared de dominio y un sustrato, en donde el recorrido del conductor de pared de dominio sobre el sustrato está configurado de manera circunferencial cerrada, sin intersección y continua. Además, el conductor de pared de dominio presenta al menos una primera zona con una curvatura positiva y al menos una segunda zona con una curvatura negativa.

Por el término almacenamiento activo ha de entenderse un almacenamiento para el cual el elemento sensor en cuestión no requiere ninguna energía eléctrica auxiliar.

- 50 En relación con la presente invención, los conductores de pared de dominio son, en particular, pistas conductoras o circuitos impresos o nanohilos, que consisten en un material magnetizable. La información puede almacenarse en forma de regiones magnetizadas de manera opuesta (dominios) en los conductores de pared de dominio. Los dominios están separados por las llamadas paredes de dominio, que pueden desplazarse por campos magnéticos, modificándose las posiciones de los dominios. Para determinar su posición, se disponen elementos de lectura, más allá de los cuales se empujan los dominios o paredes de dominio. Desde un punto de vista funcional, los conductores de pared de dominio también pueden considerarse como un tipo de registro de desplazamiento.

- 60 El recorrido del conductor de pared de dominio forma una curva coherente y no presenta salto ni pico, torcedura ni ningún otro punto de discontinuidad. Por lo tanto, el término recorrido continuo debe entenderse como un recorrido del conductor de pared de dominio que está configurado de manera uniforme sin modificaciones bruscas de dirección. Expresado matemáticamente, el recorrido del conductor de pared de dominio es por tanto continuo en toda su longitud y, en particular, puede diferenciarse, de modo que puede generarse una tangente clara en cada punto del recorrido del conductor de pared de dominio.

- 65 Por el recorrido del conductor de pared de dominio sin intersección debe entenderse en particular que no se cruza el conductor de pared de dominio en su recorrido, pero tampoco se conduce en diferentes capas cruzándose entre sí.

Por la curvatura debe entenderse el cambio de dirección a lo largo del recorrido del conductor de pared de dominio sobre el sustrato particularmente plano. En caso de un recorrido recto, la curvatura es cero porque la dirección del recorrido no cambia. Siempre que la curvatura no sea igual a cero, la curvatura se puede definir para el recorrido del conductor de pared de dominio con un signo en relación con una orientación del haz normal de la curva del recorrido. La curvatura es positiva cuando se curva en la dirección del campo vectorial normal unitario y negativa cuando se curva en la dirección opuesta. Por ejemplo, la primera zona con curvatura positiva puede denominarse zona convexa, mientras que la segunda zona con curvatura negativa puede denominarse zona cóncava. Expresado matemáticamente, el recorrido del conductor de pared de dominio presenta así en particular al menos un punto de inflexión.

Ventajosamente, el elemento sensor comprende un sustrato en particular plano y el conductor de pared de dominio está configurado como un circuito impreso sobre el sustrato.

En otra configuración de la invención, la anchura del conductor de pared de dominio asciende a menos de 1000 nm, en particular a menos de 500 nm, ventajosamente a menos de 300 nm.

El espesor o espesor de capa del conductor de pared de dominio asciende ventajosamente a menos de 200 nm, en particular a menos de 150 nm, en particular a menos de 60 nm.

Ventajosamente, el sustrato presenta una capa de vidrio y/o una capa de silicio. En particular, cuando el sustrato presenta una capa de silicio, el elemento sensor puede construirse como parte de un chip CMOS.

De acuerdo con una variante ventajosa, el elemento sensor presenta además elementos de lectura, mediante los cuales puede determinarse el estado de magnetización local del conductor de pared de dominio (en la posición respectiva de los elementos de lectura). Por lo tanto, mediante los elementos de lectura puede determinarse en cada caso un estado de magnetización del conductor de pared de dominio. Los elementos de lectura están dispuestos de manera estacionaria con respecto al conductor de la pared del dominio.

En otra configuración de la invención, el conductor de pared de dominio está dispuesto en una capa entre al menos uno de los elementos de lectura y el sustrato. Como alternativa o de manera complementaria, al menos uno de los elementos de lectura está dispuesto en una capa entre el sustrato y el conductor de pared de dominio.

Ventajosamente, los elementos de lectura están configurados como sensores GMR o TMR.

El elemento sensor puede presentar varios conductores de pared de dominio. En este caso, los conductores de pared de dominio múltiples presentan diferentes números de primeras zonas o diferentes números de segundas zonas. Así, por ejemplo, el elemento sensor puede presentar un primer conductor de pared de dominio y un segundo conductor de pared de dominio, en donde el primer conductor de pared de dominio presenta un primer número de primeras zonas y el segundo conductor de pared de dominio presenta un segundo número de primeras zonas.

Ventajosamente, los diferentes números, es decir el número de las primeras zonas del primer conductor de pared de dominio y el número de las primeras zonas del segundo conductor de pared de dominio, son primos entre sí. Como es bien sabido, por el término primos entre sí ha de entenderse que para los números en cuestión (números naturales) no existe otro número natural aparte del uno que divida ambos números.

De acuerdo con otro aspecto, la invención comprende también un sistema de almacenamiento con un elemento sensor y con un elemento de lectura, así como una disposición de imanes. La disposición de imanes puede moverse en una primera dirección con respecto al conductor de pared de dominio. Mediante esto se produce un desplazamiento de dominios magnéticos o de paredes de dominio.

Ventajosamente, el campo magnético generado por la disposición de imanes está configurado asimétricamente con respecto a un eje que discurre paralelo a la primera dirección. Esta consideración se aplica a cualquier eje imaginario que discurre en paralelo a la primera dirección.

Ventajosamente, en otra configuración de la invención, el campo magnético generado por la disposición de imanes está configurado de manera simétrica con respecto a un eje que discurre en paralelo a una segunda dirección. A este respecto, la segunda dirección está orientada ortogonalmente a la primera dirección.

El eje que discurre en paralelo a la primera dirección y el eje que discurre en paralelo a una segunda dirección se encuentran en particular en un plano que está orientado en paralelo al sustrato.

En otra configuración del sistema de almacenamiento, la disposición de imanes está configurada como una matriz de imanes que presenta imanes cuyos polos están dispuestos desplazados uno con respecto a otro en la primera dirección.

Ventajosamente, dos imanes desplazados uno con respecto a otro en la primera dirección presentan una orientación polar girada 180°. En consecuencia, los imanes en cuestión están dispuestos de modo que la línea de unión entre el polo norte y el polo sur de un imán es paralela a la línea de unión entre el polo norte y el polo sur del otro imán, en donde la orientación polar de los imanes es opuesta. Por lo tanto, los imanes desplazados pueden designarse como que están dispuestos de manera antiparalela uno con respecto a otro en términos de orientación polar.

En otra configuración del sistema de almacenamiento, la matriz de imanes presenta imanes cuyos polos están dispuestos desplazados uno con respecto a otro en una segunda dirección, en donde la segunda dirección está orientada ortogonalmente a la primera dirección.

Ventajosamente, dos imanes desplazados uno con respecto a otro en la segunda dirección y en particular adyacentes presentan una orientación polar girada 180°.

Ventajosamente, el recorrido del conductor de pared de dominio está configurado de manera simétrica al eje. En particular, el eje de simetría relevante puede discurrir en paralelo a la segunda dirección o en la segunda dirección.

El conductor de pared de dominio presenta una extensión en la primera dirección y dos polos magnéticos presentan una distancia entre centros, en donde la extensión es menor que la distancia entre centros. En este caso ha de entenderse en particular la extensión máxima del conductor de pared de dominio en la primera dirección. La distancia entre centros puede ser en particular la distancia entre los centros efectivos de los imanes. Por ejemplo, en el caso de imanes de barra cilíndricos, la distancia entre centros puede considerarse como la distancia entre los ejes longitudinales de los imanes de barra cilíndricos.

El sistema de almacenamiento está configurado de modo que tiene al menos dos paredes de dominio, pudiéndose usar también configuraciones con cuatro o más paredes de dominio.

Desarrollos ventajosos de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes.

Otras particularidades y ventajas del sensor de acuerdo con la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización por medio de las figuras adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Muestran:

La figura 1 una vista superior de un elemento sensor,
la figura 2 una vista detallada de un conductor de pared de dominio,
la figura 3 un imán de una disposición de imanes,
la figura 4 una vista superior de la disposición de imanes en una placa de soporte,
la figura 5 una vista superior de la disposición de imanes con una representación esquemática de un campo magnético,
la figura 6 una vista lateral de un elemento de escala de acuerdo con un primer ejemplo de realización,
la figura 7 una vista superior del elemento de escala y el elemento sensor de acuerdo con el primer ejemplo de realización,
la figura 8 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición magnética en una primera posición relativa entre sí,
la figura 9 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la primera posición relativa,
la figura 10 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición de imanes en una segunda posición relativa uno con respecto a otro,
la figura 11 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la segunda posición relativa,
la figura 12 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición de imanes en una tercera posición relativa uno con respecto a otro,
la figura 13 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la tercera posición relativa,
la figura 14 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición de imanes en una cuarta posición relativa uno con respecto a otro,
la figura 15 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la cuarta posición relativa,
la figura 16 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición de imanes en una quinta posición relativa uno con respecto a otro,
la figura 17 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la quinta posición relativa,
la figura 18 una vista esquemática del elemento sensor y la disposición de imanes en una sexta posición relativa uno con respecto a otro,
la figura 19 una vista parcial del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la

sexta posición relativa,

la figura 20 una vista del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la posición relativa posterior durante una segunda rotación,

la figura 21 una vista del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la posición relativa posterior después de que se haya completado la segunda rotación,

la figura 22 una vista del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la posición relativa posterior después de que se haya completado la tercera rotación,

la figura 23 una vista del conductor de pared de dominio con las paredes de dominio dibujadas en la posición relativa posterior después de que se haya completado la cuarta rotación,

la figura 24 una vista de un elemento sensor con otro conductor de pared de dominio,

la figura 25 una vista superior del elemento de escala de acuerdo con un segundo ejemplo de realización,

la figura 26 una vista superior del elemento de escala de acuerdo con un tercer ejemplo de realización,

la figura 27 una vista superior de un elemento sensor de acuerdo con el cuarto ejemplo de realización,

la figura 28 una vista superior de una disposición de imanes de acuerdo con el cuarto ejemplo de realización,

la figura 29 una vista lateral de la disposición de imanes con el elemento sensor de acuerdo con el cuarto ejemplo de realización.

DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

En la figura 1 está representado un elemento sensor que comprende un conductor de pared de dominio 1 y un sustrato 2, en donde el conductor de pared de dominio 1 en forma de circuito impreso está aplicado sobre el sustrato 2. En el ejemplo de realización presentado, el sustrato 2 presenta una capa de vidrio mecánicamente portante, en donde el sustrato 2 está configurado de manera plana. Alternativamente, el sustrato 2 puede presentar una capa de silicio, en donde entonces el elemento sensor puede estar configurado como una parte de un chip CMOS.

El conductor de pared de dominio 1 comprende un material magnético blando, por ejemplo, una aleación de Ni-Fe. El conductor de pared de dominio 1 comprende una primera sección 1.1, en la que el conductor de pared de dominio 1 discurre en bucles comparativamente estrechos, y una segunda sección 1.2, en la que el conductor de pared de dominio 1 discurre en un arco con un radio relativamente grande. La primera sección 1.1 y la segunda sección 1.2 limitan directamente un en otra, de modo que el recorrido del conductor de pared de dominio 1 está configurado de manera circunferencialmente cerrada.

El conductor de pared de dominio 1 presenta una anchura X1 en una primera dirección x y está configurado simétricamente con respecto a un eje C, que está orientado perpendicularmente a la primera dirección x y paralelo a una segunda dirección y. En el ejemplo de realización presentado, la anchura X1 asciende a 70 µm, en donde el conductor de pared de dominio 1 se extiende 5 mm en la segunda dirección y.

En la figura 2 se muestra una sección del conductor de pared de dominio 1. En esta ha de observarse claramente que el conductor de pared de dominio 1 presenta en su recorrido una primera zona A con una curvatura positiva y una segunda zona B con una curvatura negativa. Expresado con otras palabras: si se siguiera el recorrido del conductor de pared de dominio 1, entonces se encontraría tanto una sección con una curva a la derecha como una sección con una curva a la izquierda. En el recorrido de la primera sección 1.1, una primera zona A con una curvatura positiva es seguida por una segunda zona B con una curvatura negativa y luego nuevamente una primera zona A etc., en donde en el ejemplo de realización presentado entre las primeras zonas A y las segundas zonas B se encuentran zonas con recorrido rectilíneo del conductor de pared de dominio 1. En la segunda sección 1.2 el signo de la curvatura no cambia. En el ejemplo de realización presentado, la curvatura o el radio de curvatura está configurado allí de forma constante.

De acuerdo con la figura 1, en una capa por encima del conductor de pared de dominio 1 se encuentran elementos de lectura 7 que pueden ser, por ejemplo, sensores GMR o sensores TMR, con ayuda de los cuales puede determinarse el estado de magnetización del conductor de pared de dominio 1 que se encuentra debajo. Alternativamente, los elementos de lectura 7 también pueden estar dispuestos entre el conductor de pared de dominio 1 y el sustrato 2.

Si un campo magnético que se mueve en relación con el conductor de pared de dominio 1 actúa apropiadamente sobre el conductor de pared de dominio 1, las paredes de dominio W1, W2 se desplazan dentro del conductor de pared de dominio 1 o a lo largo del conductor de pared de dominio 1. Se usa una disposición de imanes 3 para formar un campo magnético adecuado, que está configurada como una matriz de imanes en el ejemplo de realización presentado, que consta de varios imanes 3.1 a 3.6. El imán 3.1 está representado en la figura 3 como ejemplo para todos los imanes 3.1 a 3.6. En el ejemplo de realización presentado, todos los imanes 3.1 a 3.6 están configurados de manera idéntica. Por consiguiente, los imanes 3.1 a 3.6 están configurados como cuerpos cilíndricos, en donde los polos magnéticos están dispuestos a lo largo del eje de simetría más largo en el sentido de un imán de barra.

En la figura 4 se muestra una disposición de imanes 3 correspondiente. La disposición de imanes 3 se muestra en una escala diferente en comparación con el conductor de pared de dominio 1 en la figura 1. Los imanes 3.1 a 3.6 se disponen en diferentes orientaciones norte-sur sobre un soporte 4 según un patrón predeterminado. Los imanes 3.1 a 3.6 también pueden estar incrustados en el soporte 4.

En particular, los imanes 3.1 a 3.3 pueden disponerse en una fila a lo largo de la primera dirección x a una distancia

X2, en donde imanes adyacentes 3.1 y 3.2 o 3.2 y 3.3 presentan una orientación polar opuesta. Desplazados en una segunda dirección y, otros imanes 3.4 a 3.6 están dispuestos en fila a lo largo de la primera dirección x, igualmente a una distancia X2. En el ejemplo de realización presentado, la distancia X2 asciende a 0,33 mm. El imán 3.6 se encuentra desplazado en la segunda dirección y con respecto a los otros imanes 3.1 a 3.5.

Junto a la disposición de imanes 3 está previsto un campo magnético de apoyo en la dirección x en ambos lados. Por consiguiente, los campos magnéticos pueden representarse de forma simplificada de acuerdo con la figura 5, siendo las flechas más gruesas a la izquierda y a la derecha de los imanes 3.1 a 3.6 para indicar el campo magnético de apoyo. En la figura 5 puede distinguirse que las direcciones de las líneas de campo magnético cambian de tal manera que surgen líneas de campo magnético giratorias o bien rotatorias, en donde la rotación de las líneas de campo magnético se encuentra en cada caso alrededor de ejes que están orientados en una tercera dirección z (véase la figura 3).

El campo magnético generado por la disposición de imanes 3 está configurado asimétricamente con respecto a un eje Ax, que discurre en paralelo a la primera dirección x. En particular, no hay ningún eje que discurra en paralelo a la primera dirección x que pudiera representar un eje de simetría. Por el contrario, el campo magnético generado por la disposición de imanes 3 está configurado simétricamente con respecto a un eje Ay, que discurre en paralelo a la segunda dirección y, de modo que existe un campo magnético de simetría axial con respecto al eje Ay.

Como alternativa al diseño que se muestra aquí, los imanes de barra también pueden colocarse en un plano que esté orientado paralelo a la primera dirección x y paralelo a la segunda dirección y, de modo que los polos norte y sur representados en la figura 5 pertenezcan al menos parcialmente a uno y el mismo imán, en particular a los imanes que se encuentran en el plano x-y.

La disposición de imanes 3 se fija habitualmente a un elemento de escala 6 o a una escala dimensional. De acuerdo con el primer ejemplo de realización según las figuras 6 y 7, el elemento de escala 6 presenta como cuerpo un tambor 6.1 sustancialmente en forma de anillo. La disposición de imanes 3, compuesta por los imanes 3.1 a 3.6 y el soporte 4, está montada en su perímetro exterior. Además, el tambor 6.1 presenta un imán de apoyo 6.11 en la zona de la circunferencia exterior. Este puede consistir, por ejemplo, en una capa de material magnetizable. La magnetización se lleva a cabo de tal manera que los polos norte y sur estén dispuestos desplazados axialmente uno con respecto a otro. En la segunda dirección y, es decir desplazada en dirección axial con respecto al imán de apoyo, se aplica circunferencialmente una escala fina 6.12 al tambor 6.1 en el ejemplo de realización presentado. Esto puede descodificarse, por ejemplo, mediante escaneo óptico, que también está alojado en la carcasa 5. Alternativamente, la disposición de imanes 3 también puede estar dispuesta en el perímetro interior de un tambor o de un eje hueco.

El elemento sensor, es decir, el conductor de pared de dominio 1 con el sustrato 2, se encuentra opuesto con un entrehierro radial dentro de una carcasa 5. En el ejemplo de realización presentado, la carcasa 5 está colocada de manera estacionaria, mientras que el tambor 6.1 con la disposición de imanes 3 está colocado de forma giratoria, de modo que la disposición de imanes 3 se mueve cuando el tambor 6.1 gira en la primera dirección x (o en la dirección opuesta) con respecto a la disposición de imanes 3.

En la figura 8 se muestran la disposición de imanes 3 y el conductor de pared de dominio 1 en una primera posición uno con respecto a otro como diagrama esquemático. En esta posición, las paredes de dominio W1, W2 se encuentran en las posiciones de acuerdo con la figura 9, siendo (tal como se representa por los símbolos) la primera pared de dominio W1 una denominada pared de dominio cabeza a cabeza y la segunda pared de dominio W2 una denominada pared de dominio de cola a cola. Si ahora el conductor de pared de dominio 1 junto con el sustrato 2 se mueve en la primera dirección x de acuerdo con la flecha en la figura 8 con respecto a la disposición de imanes 3, el conductor de pared de dominio 1 es guiado efectivamente por el campo magnético giratorio, como se muestra en la figura 5. Como resultado, las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 se desplazan.

En la figura 10, el conductor de pared de dominio 1 se muestra en otra posición, en donde el campo magnético allí está girado con respecto a la primera posición. En consecuencia, las paredes de dominio W1, W2 han cambiado de posición (figura 11).

De manera análoga, como resultado de un nuevo desplazamiento del conductor de pared de dominio 1 a lo largo de la primera dirección x (figuras 12, 14, 16, 18), las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 se desplazan aún más (figuras 13, 15, 17, 19). Las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 de acuerdo con la figura 19 contienen, por ejemplo, la información de que el tambor 6.1 ha completado una primera revolución.

Con otro movimiento o rotación en la misma dirección, el conductor de pared de dominio 1 permanece bajo la influencia del campo magnético de apoyo, de modo que las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 ya no cambian.

En el ejemplo de realización presentado, el tambor 6.1 debe continuar girando en la misma dirección x, de modo que el conductor de pared de dominio 1 regrese a la zona de influencia magnética de la disposición de imanes 3 al final de la segunda rotación. En la figura 20 se muestran las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 durante la segunda rotación, en donde el conductor de pared de dominio 1 con el sustrato 2 se encuentra en una posición de acuerdo con

la figura 14 (sin embargo, el tambor 6.1 luego se gira 360° más). Las paredes de dominio W1, W2 se desplazan a lo largo de la segunda sección 1.2, en la que el conductor de pared de dominio 1 discurre en un arco con un radio relativamente grande, en particular debido al campo magnético del imán 3.6 dispuesto desplazado en la segunda dirección y o del campo de apoyo. Al final de la segunda rotación, cuando el conductor de pared de dominio 1 se encuentra en una posición de acuerdo con la figura 18 (en relación con la situación en la figura 18, el tambor 6.1 se ha girado 360° más), las paredes del dominio W1, W2 han adoptado posiciones de acuerdo con la figura 21.

En la figura 22 se muestran las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 después de una tercera rotación del tambor 6.1. En este estado, el conductor de pared de dominio 1 se encuentra en una posición de acuerdo con la figura 18 (sin embargo, el tambor 6.1 sigue girando 720°).

En consecuencia, las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 de acuerdo con la figura 23 muestran que el tambor 6.1 ha completado una cuarta rotación (posición del tambor 6.1 como en la figura 18, pero girado 1080° más). Las posiciones de las paredes de dominio W1, W2 corresponden a las del estado inicial.

Después de cada paso de la disposición de imanes 3 o después de cada rotación del tambor 6.1, la pared de dominio W1 se ha movido a una primera zona A adyacente del conductor de pared de dominio 1. En consecuencia, después de cada revolución, la pared de dominio W2 se ha movido a una segunda zona B adyacente del conductor de pared de dominio 1 o se encuentra en la segunda sección 1.2, en la que el conductor de pared de dominio 1 discurre en un arco con un radio relativamente grande.

Las direcciones de magnetización dentro de las secciones del conductor de pared de dominio 1 y, por lo tanto, las posiciones aproximadas de las paredes de dominio W1, W2 pueden detectarse mediante los elementos de lectura 7. De esta forma, es posible contar las revoluciones o almacenar la información de las revoluciones, incluso si no se puede utilizar energía auxiliar. Esto es importante, por ejemplo, si un eje se mueve por carga de peso en el caso de un corte de energía. Las paredes de dominio W1, W2 también se desplazan dependiendo de la dirección de rotación, de modo que el elemento sensor puede usarse de manera confiable en aplicaciones que permiten ambas direcciones de rotación.

Para aumentar el número de revoluciones que se pueden contar, pueden estar previstos varios conductores de pared de dominio 1, como se muestra de forma simplificada en la figura 24. En este caso, es ventajoso si los múltiples conductores de pared de dominio 1 presentan diferentes números de primeras secciones 1.1, en particular presentan diferentes números de primeras zonas A o presentan diferentes números de segundas zonas B. Cuando se utilizan varios conductores de pared de dominio 1, es ventajoso que los números de las primeras zonas A sean, en particular, primos entre sí. Los múltiples conductores de pared de dominio 1 pueden estar dispuestos desplazados uno con respecto a otro en la primera dirección x o anidados entre sí. En la figura 24, los conductores de pared de dominio están diseñados de tal manera que presentan cuatro y cinco primeras zonas A, mostrándose en la figura 24 conductores de pared de dominio que tienen un número comparativamente pequeño de primeras zonas en aras de la claridad. En la práctica, tiene sentido utilizar conductores de pared de dominio con más de cuatro primeras zonas. Por ejemplo, pueden usarse cuatro conductores de pared de dominio con 7, 9, 11, 13 primeras zonas, de modo que luego se podrían contar 9009 ($7 \times 9 \times 11 \times 13$) revoluciones.

Para el funcionamiento del sistema de almacenamiento es importante que un campo magnético actúe sobre el conductor de pared de dominio 1 al pasar por la disposición de imanes 3 a lo largo de la primera dirección x, cuya dirección cambia en función de la posición x. En particular, se encuentran líneas de campo magnético giratorias o rotatorias o direcciones de campo magnético cuando se conduce. Las líneas de campo magnético en un lado del eje Ax (figura 5) tienen un sentido de rotación opuesto al pasar (sin cambiar de dirección) en comparación con las líneas de campo magnético en el otro lado de un eje Ax.

En la figura 25 se muestra un segundo ejemplo de realización. Aquí, la disposición de imanes 3 está fijada a una cara frontal de un tambor 6.2. El elemento sensor, que no se muestra en la figura, está dispuesto desplazado axialmente, es decir, con un entrehierro que se extiende axialmente. Cada vez que la disposición de imanes 3 pasa por el elemento sensor, la información de revoluciones se actualiza, desplazándose las paredes de dominio W1, W2 en función de la dirección de rotación.

De acuerdo con la figura 26 se explica un tercer ejemplo de realización. En este ejemplo de realización, el elemento sensor se utiliza en relación con una escala lineal 6.3. En el ejemplo de realización presentado, esta escala 6.3 comprende una primera parte de escala 6.31 y una segunda parte de escala 6.32. La primera parte de escala 6.31 y la segunda parte de escala 6.32 están dispuestas en una fila a lo largo de la primera dirección x, de modo que se puede lograr una longitud de medición comparativamente grande. En la práctica, también se pueden disponer en una fila más de dos partes de la escala. La primera parte de escala 6.31 comprende un imán de soporte 6.311 y la segunda parte de escala 6.32 comprende un imán de apoyo 6.321. Las disposiciones de imanes 3 están previstas desplazadas lateralmente en la primera dirección x con respecto a los imanes de apoyo 6.311, 6.321. Un cabezal de escaneo, no mostrado en la figura 26, presenta un elemento sensor con el conductor de pared de dominio 1 y con un dispositivo de escaneo de una pista incremental 6.313, 6.323 y una pista absoluta 6.312, 6.322 (la pista incremental 6.313, 6.323 y la pista absoluta 6.312, 6.322 se extienden sobre las dos partes de la escala 6.31, 6.32). Mediante el elemento

sensor es posible almacenar información de posición para poder determinar cuál de las partes de escala 6.31, 6.32 se está explorando actualmente.

5 Un cuarto ejemplo de realización puede explicarse por medio de las figuras 27 a 29. En la figura 27 se muestra un elemento sensor que presenta un conductor de pared de dominio 1' modificado en comparación con los ejemplos de realización anteriores y que discurre alrededor de un punto de giro central (en la figura se prescinde de la representación de elementos de lectura). Para desplazar las paredes de los dominios se utiliza, por ejemplo, una disposición de imanes 3' que, de acuerdo con la figura 28, comprende dos imanes en forma de disco 3.1', 3.2', que en particular presentan diferentes diámetros. Los imanes 3.1', 3.2' presentan una magnetización diametral, de modo que los polos están dispuestos radialmente desplazados entre sí. Los imanes 3.1', 3.2' están dispuestos de manera desplazada uno con respecto a otro a lo largo de un eje G (es decir, axialmente), estando giradas sus orientaciones polares 180° con respecto al eje G. Los propios imanes 3.1', 3.2' se instalan de forma estacionaria uno con respecto a otro en el sistema de almacenamiento correspondiente y, por lo tanto, no pueden girar uno con respecto a otro ni desplazarse uno con respecto a otro de ninguna manera. Como se muestra en la figura 29, la distancia g1 entre el conductor de pared de dominio 1' o el sustrato 2 y el imán 3.1' con el diámetro mayor es mayor que la distancia g2 entre el conductor de pared de dominio 1' o el sustrato 2 y el imán 3.2' con el diámetro más pequeño ($g1 > g2$). De esta manera, se puede generar un campo magnético a través del cual se logra un desplazamiento adecuado de las paredes de dominio cuando el conductor de la pared del dominio 1' o el sustrato 2 gira alrededor del eje G con respecto a la disposición de imanes 3' o se mueve a lo largo de la primera dirección x' con respecto a la disposición de imanes 3'. Como resultado, se puede contar el número de revoluciones del sustrato 2 con respecto a la disposición de imanes 3'.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento sensor para almacenar información de rotación o posición, que comprende un conductor de pared de dominio (1; 1') y un sustrato (2), en donde el conductor de pared de dominio (1; 1') está dispuesto sobre el sustrato (2), en donde el recorrido del conductor de pared de dominio (1; 1') está configurado de manera circunferencial cerrada, sin intersección y continua y además el conductor de pared de dominio (1; 1') presenta una primera zona (A) con una curvatura positiva y una segunda zona (B) con una curvatura negativa.
- 10 2. Elemento sensor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el conductor de pared de dominio (1; 1') está configurado como un circuito impreso sobre el sustrato (2).
3. Elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la anchura (D) del conductor de pared de dominio (1; 1') asciende a menos de 1000 nm.
- 15 4. Elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el sustrato (2) presenta una capa de vidrio y/o una capa de silicio.
- 20 5. Elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento sensor presenta además elementos de lectura (7) mediante los cuales puede determinarse el estado de magnetización local del conductor de pared de dominio (1; 1').
- 25 6. Elemento sensor de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el conductor de pared de dominio (1; 1') está dispuesto en una capa entre al menos un elemento de lectura (7) y el sustrato (2).
7. Elemento sensor de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en donde al menos un elemento de lectura (7) está dispuesto en una capa entre el sustrato (2) y el conductor de pared de dominio (1).
- 30 8. Elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, en donde los elementos de lectura (7) están configurados como sensores GMR o TMR.
9. Elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento sensor presenta varios conductores de pared de dominio (1; 1'), que presentan diferentes números de primeras zonas (A) o diferentes números de segundas zonas (B).
- 35 10. Elemento sensor de acuerdo con la reivindicación 9, en donde los diferentes números de primeras zonas (A) son primos entre sí.
- 40 11. Sistema de almacenamiento que comprende un elemento sensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 10 así como una disposición de imanes (3; 3'), que puede moverse en una primera dirección (x; x') con respecto al conductor de pared de dominio (1; 1').
- 45 12. Sistema de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la disposición de imanes (3) está configurada como una matriz de imanes que presenta imanes (3.1 a 3.6) cuyos polos están dispuestos desplazados uno con respecto a otro en la primera dirección (x).
- 50 13. Sistema de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 o 12, en donde la matriz de imanes presenta imanes (3.1 a 3.6) cuyos polos están dispuestos desplazados uno con respecto a otro en una segunda dirección (y), en donde la segunda dirección (y) está orientada ortogonalmente con respecto a la primera dirección (x).
- 55 14. Sistema de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, en donde en la primera dirección (x), el conductor de pared de dominio (1) presenta una extensión (X1) y dos polos magnéticos de la disposición de imanes (3) presentan una distancia entre centros (X2), en donde la extensión (X1) es menor que la distancia entre centros (X2).
15. Sistema de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14, en donde con respecto a la primera dirección (x), además de la disposición de imanes (3) está dispuesto un imán de apoyo (6.11).

Fig. 1

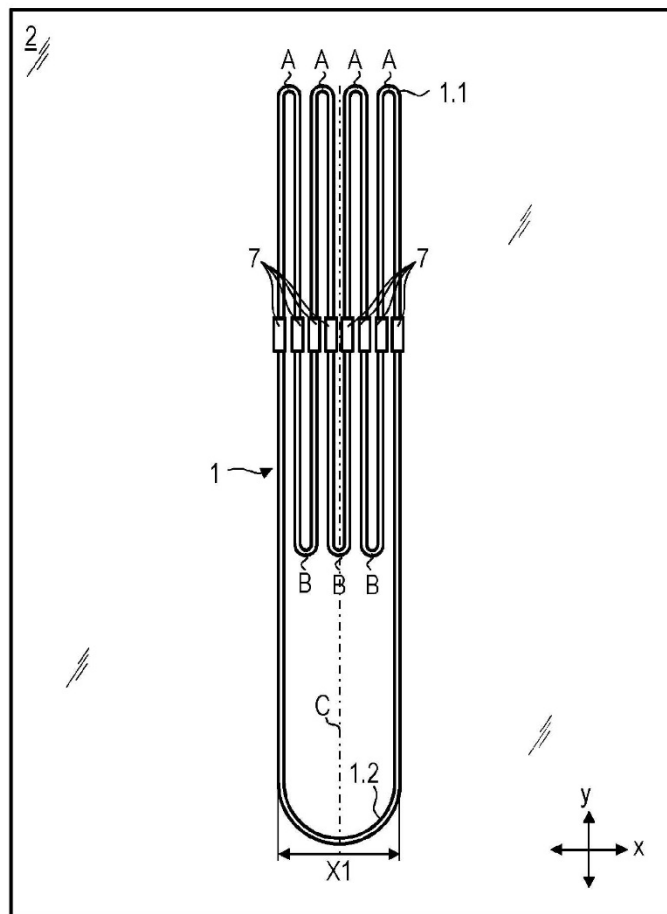


Fig. 2

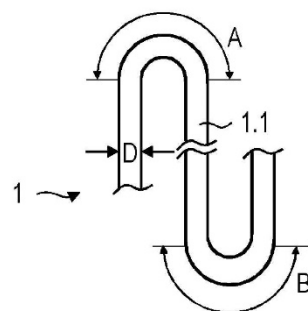


Fig. 3

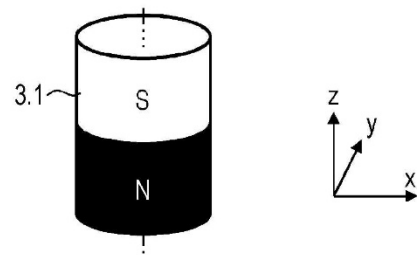


Fig. 4

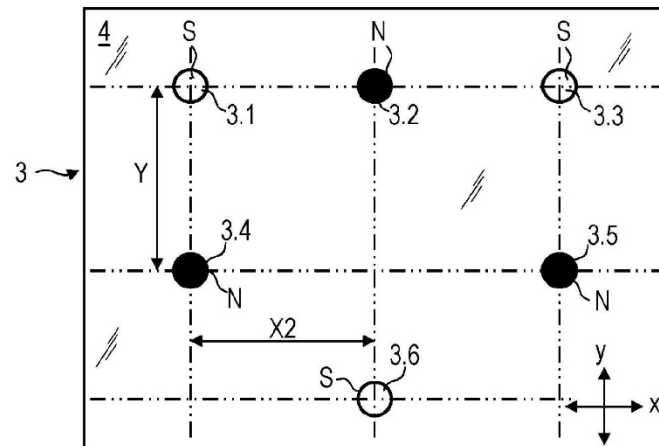


Fig. 5

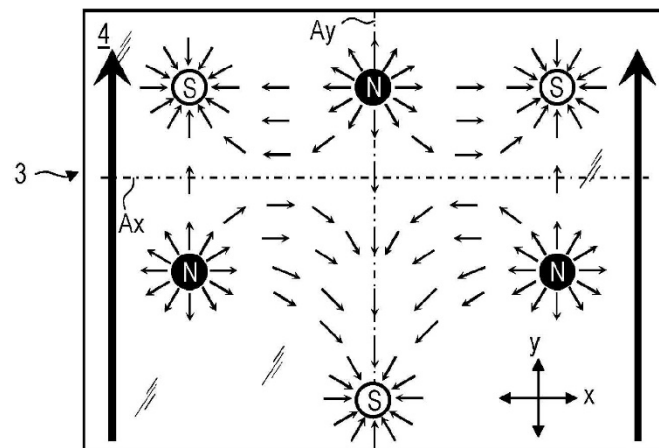


Fig. 6

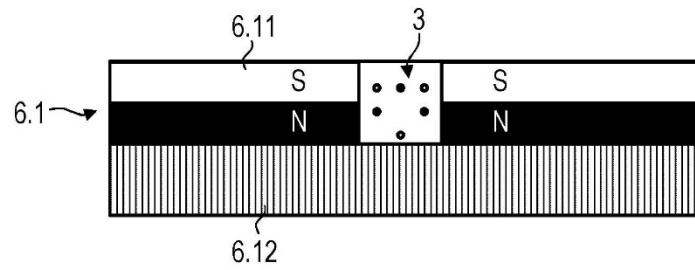


Fig. 7

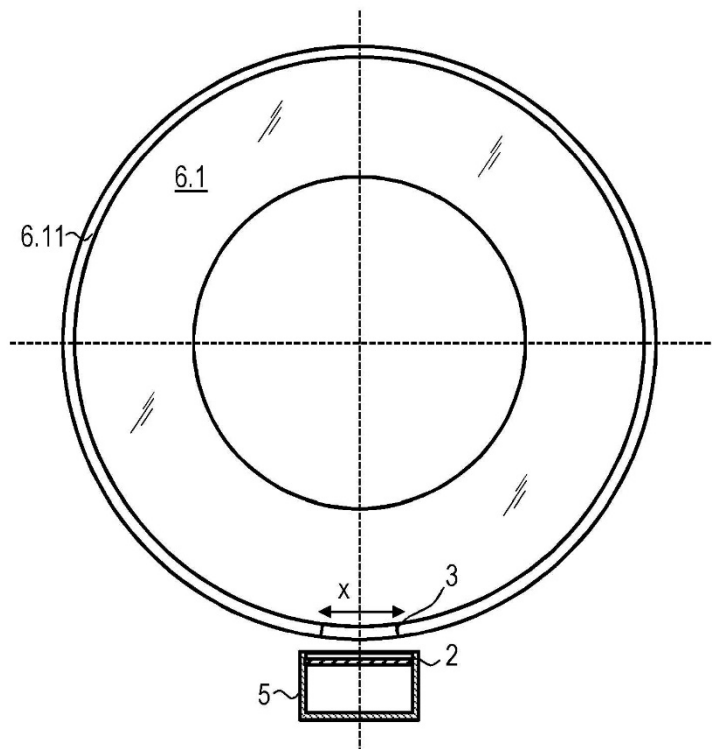


Fig. 8

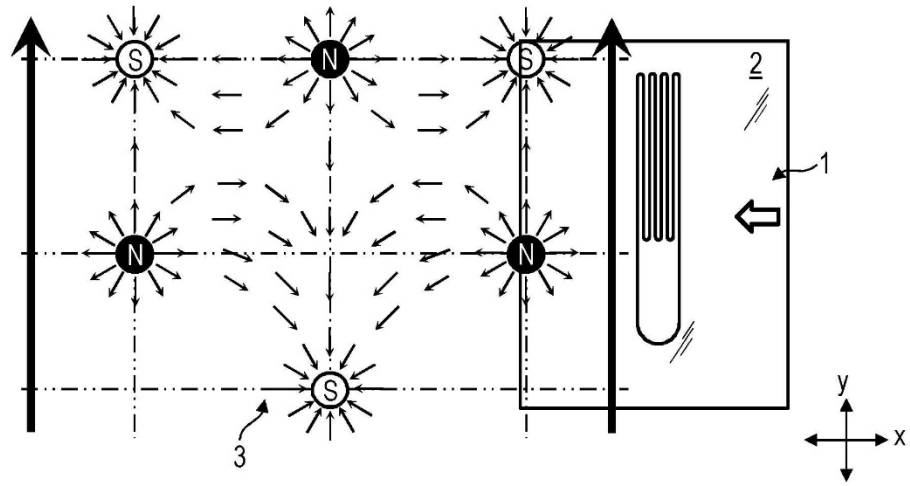


Fig. 9

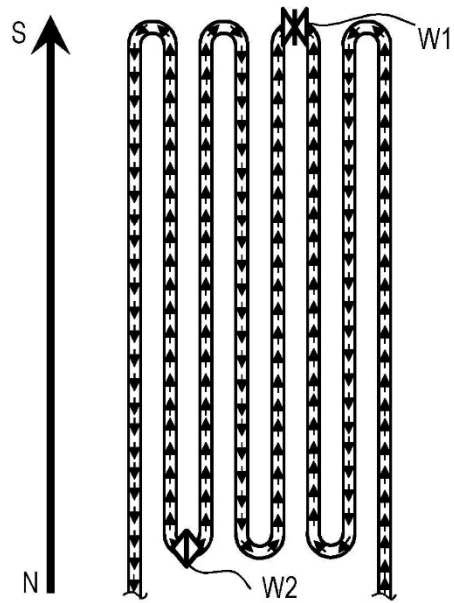


Fig. 10

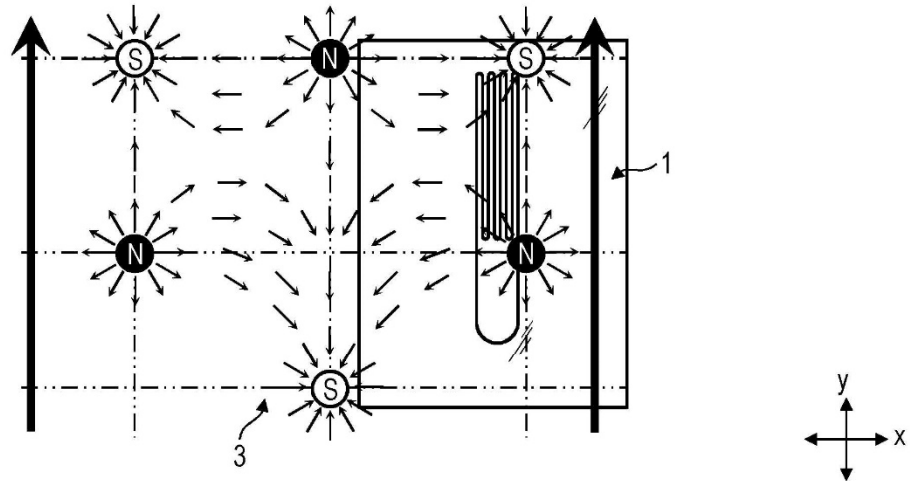


Fig. 11

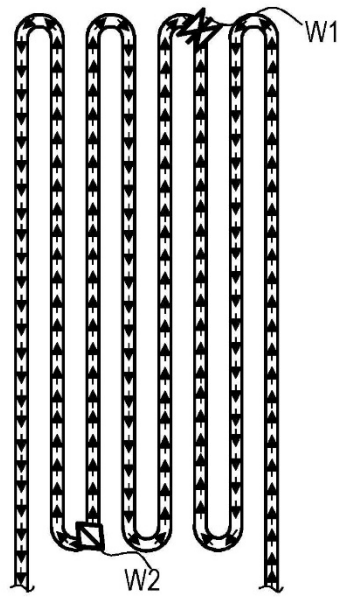


Fig. 12

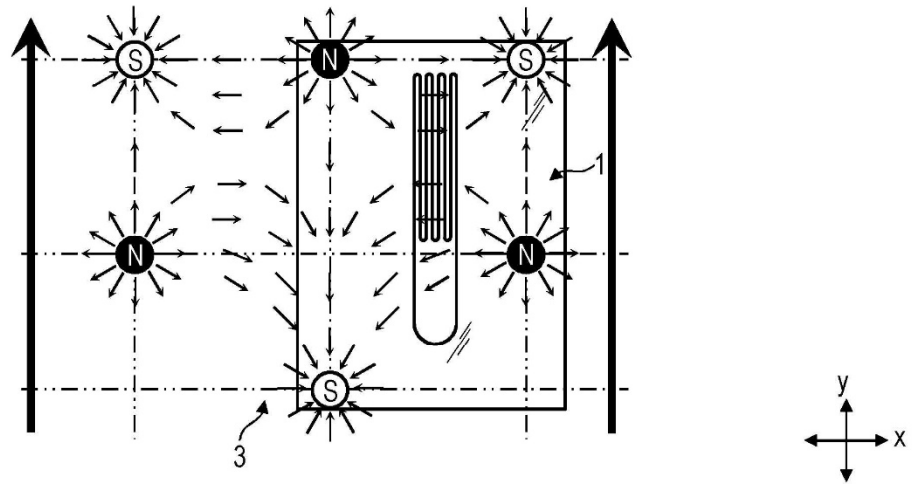


Fig. 13

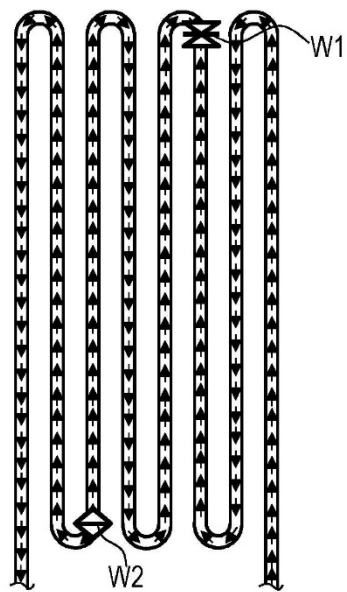


Fig. 14

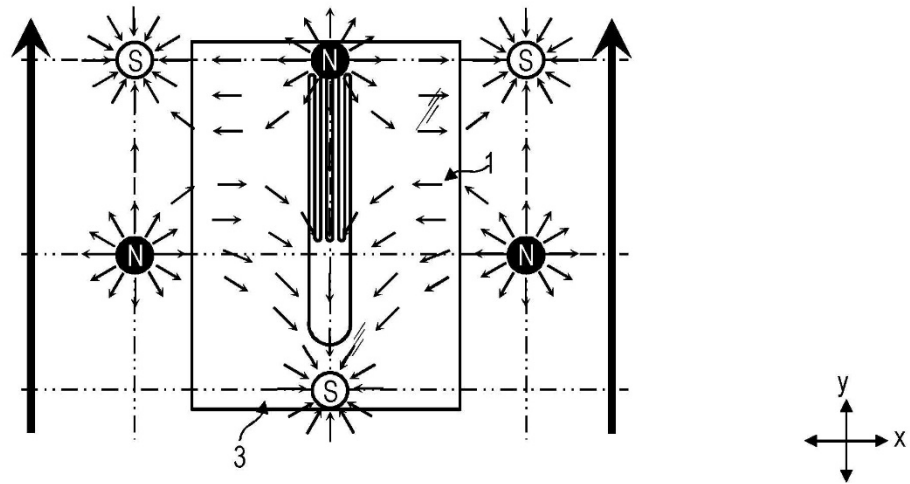


Fig. 15

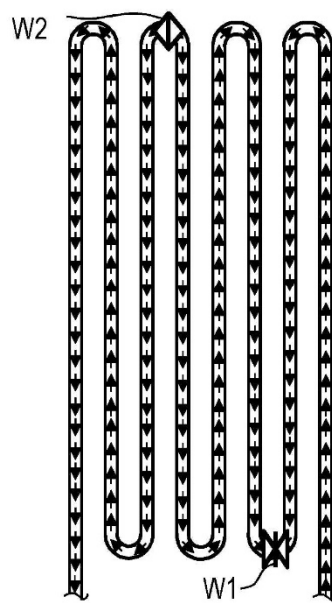


Fig. 16

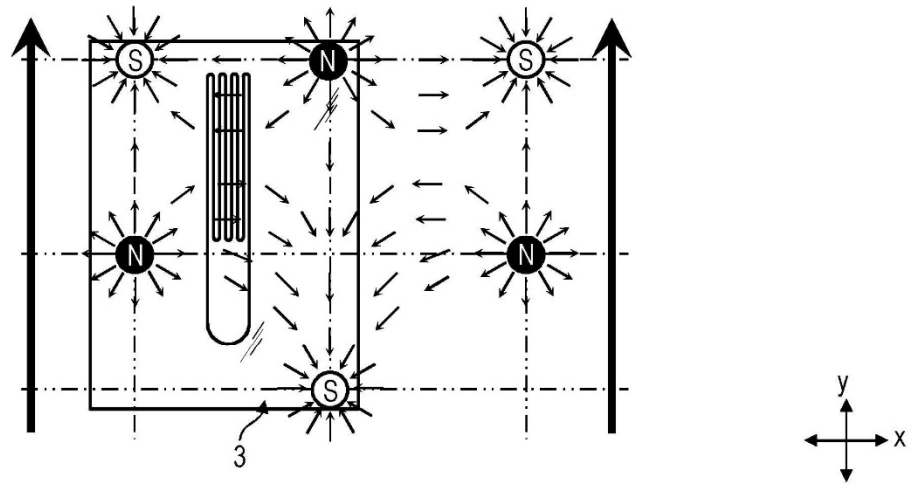


Fig. 17

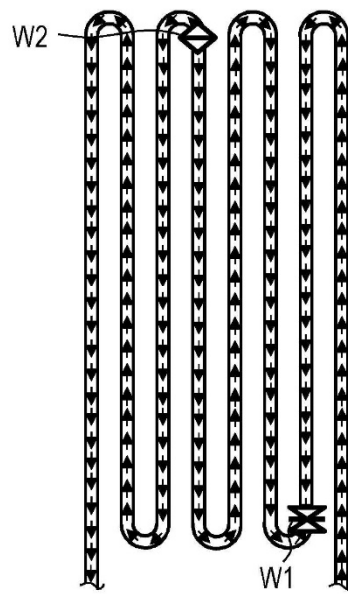


Fig. 18

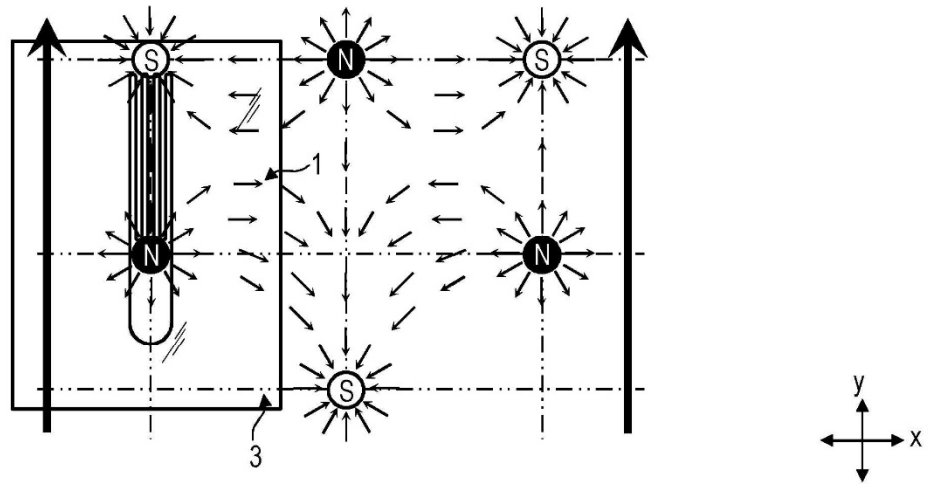


Fig. 19

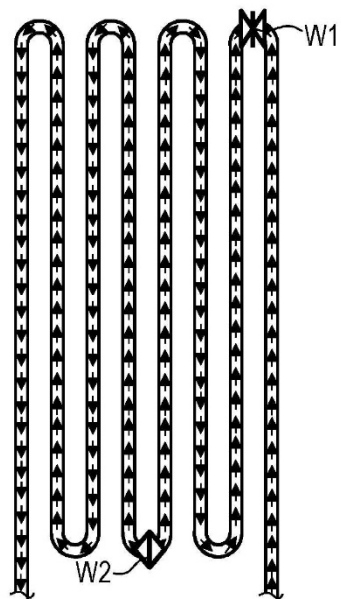


Fig. 20

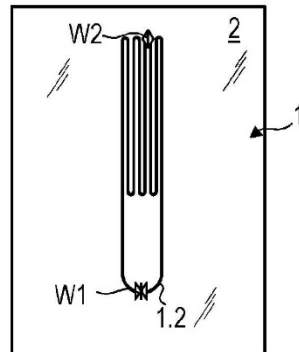


Fig. 21

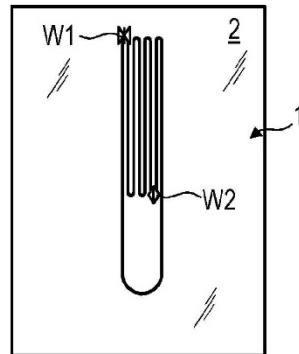


Fig. 22

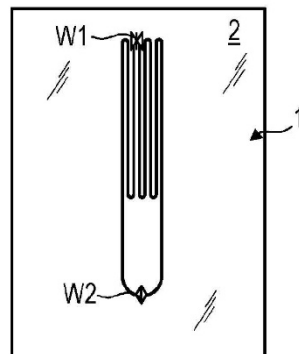


Fig. 23

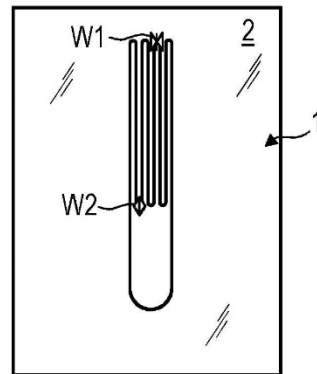


Fig. 24

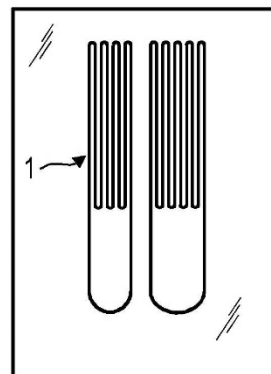


Fig. 25

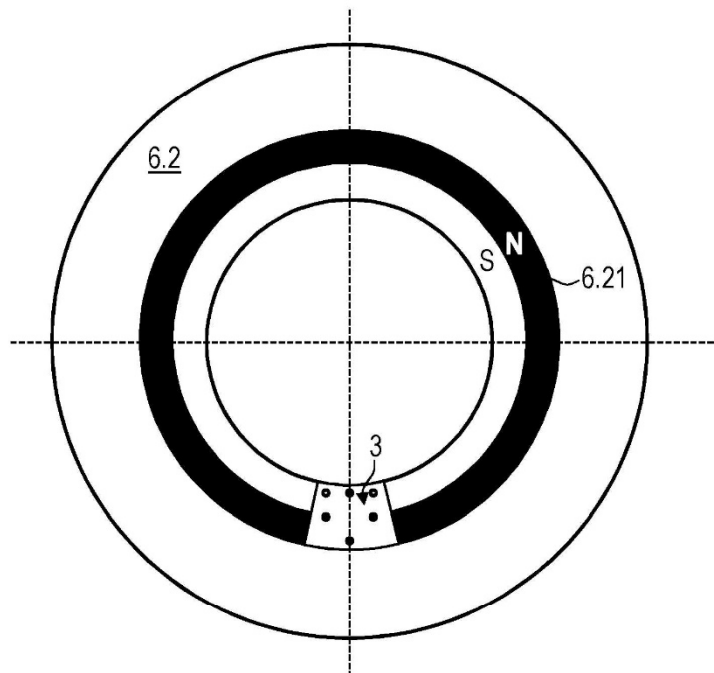


Fig. 26

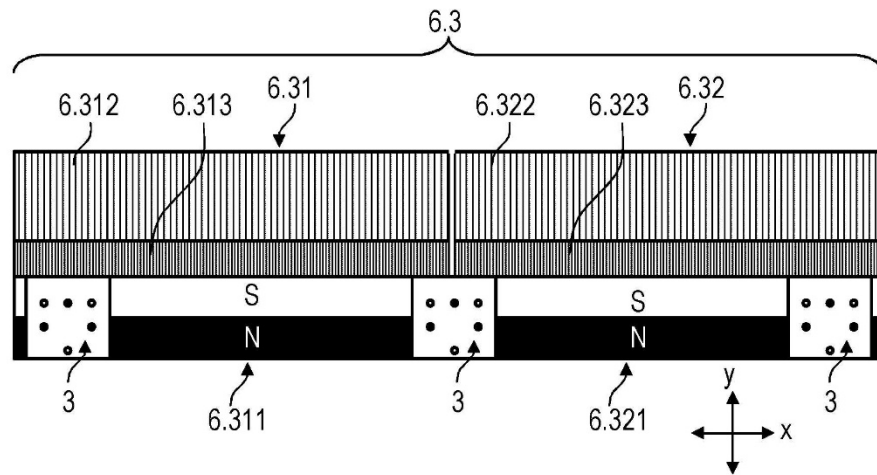


Fig. 27

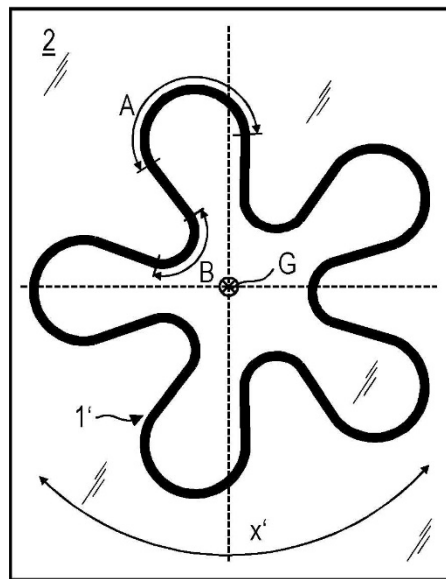


Fig. 28

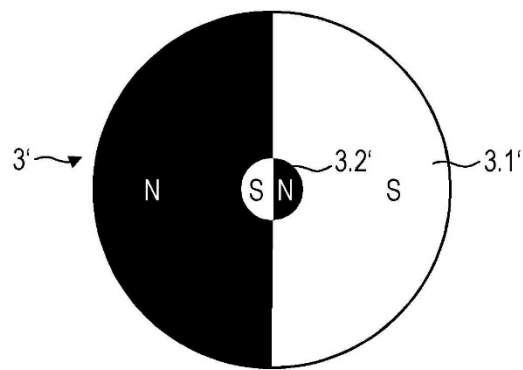


Fig. 29

