

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 001**

51 Int. Cl.:

G01R 33/18 (2006.01)

G01R 33/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2012 E 12759024 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2729823**

54 Título: **Cabezal de medición para un sensor magnetoelástico**

30 Prioridad:

31.08.2011 DE 102011081869

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

12.01.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**MAIER, CARL UDO y
OSTERMAIER, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 556 001 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

Cabezal de medición para un sensor magnetoelástico

La presente invención hace referencia a un cabezal de medición para un sensor magnetoelástico, así como a un sensor magnetoelástico con un cabezal de medición de ese tipo.

5 Un sensor magnetoelástico se basa en el efecto magnetostrictivo inverso, es decir, el efecto en el cual los materiales ferromagnéticos experimentan una modificación en la permeabilidad magnética cuando se presentan tensiones mecánicas. Puesto que las tensiones mecánicas son inducidas a través de fuerzas de tracción y de presión, así como a través de torsión, el efecto magnetostrictivo inverso es utilizado para la medición de la fuerza y del par de rotación, motivo por el cual puede emplearse de forma variada.

10 Los cabezales de medición para medir el efecto magnetostrictivo inverso comprenden una bobina de emisión o una bobina de excitación, con la cual se induce un campo magnético en la capa ferromagnética. De este modo, en la capa se genera una señal de respuesta, cuya densidad magnética de flujo depende de la permeabilidad de la capa. A su vez, esta última es determinada por las tensiones mecánicas dominantes en la capa. La densidad magnética de flujo de la señal de respuesta determina la intensidad de corriente inducida en la bobina de recepción debido a la
15 densidad magnética de flujo que encuentra presente. En base a la intensidad de corriente pueden calcularse las tensiones mecánicas en la capa ferromagnética.

En la solicitud US 4.566.338 se describe un sensor de par de rotación sin contacto, el cual se encuentra diseñado como un sensor magnetoelástico. El sensor comprende cinco polos, donde una bobina de excitación está colocada en un polo central. En los polos restantes están colocadas bobinas de recepción. Los polos están conectados unos con otros mediante una culata, donde las bobinas de recepción están dispuestas en el extremo de los polos situados de forma contigua con respecto a la culata. Debido a tolerancias del proceso, sin embargo, las bobinas de recepción y, con ello, los cabezales de medición, presentan una capacidad de reproducibilidad limitada durante la fabricación y una precisión limitada en la medición.

20 En la solicitud DE 93 04 629.4 U1 se describe un sensor del par de rotación, el cual presenta sensores del campo magnético que se basan en el efecto Hall, donde dicho sensor puede realizarse sobre un disco de silicio. Sobre el material semiconductor del sensor se encuentra aplicada una capa galvánica de NiFe a modo de culata.

Es objeto de la presente invención proporcionar un cabezal de medición para un sensor magnetoelástico, el cual posibilite una mayor capacidad de reproducibilidad durante la fabricación y una precisión mejorada en la medición. Otro objeto de la invención consiste en proporcionar un sensor magnetoelástico ventajoso.

30 El primer objeto se alcanzará a través de un cabezal de medición conforme a la reivindicación 1 y el segundo objeto a través de un sensor magnetoelástico conforme a la reivindicación 8. Las reivindicaciones dependientes presentan variantes ventajosas de la presente invención.

Un cabezal de medición acorde a la invención para un sensor magnetoelástico comprende un núcleo de ferrita con un primer extremo sobre el que se encuentra colocada una bobina de excitación (denominada también bobina de emisión) que genera un campo magnético y al menos un segundo extremo sobre el cual se encuentra colocado un sensor del campo magnético. Como sensor del campo magnético se considera aquí en particular un sensor del campo magnético que se basa en el efecto GMR (en inglés: giant magneto resistance, en español: magnetorresistencia gigante) o un sensor del campo magnético que se basa en el efecto AMR (efecto de magnetorresistencia anisotrópica).

40 La sensibilidad del cabezal de medición puede mejorarse a través de la utilización de un sensor del campo magnético en lugar de una simple bobina de recepción para la detección de la señal de respuesta inducida en la capa ferromagnética a través de la bobina de excitación. Además, los sensores del campo magnético pueden fabricarse con tolerancias del proceso más reducidas que las bobinas de recepción que se fabrican de forma más compleja. De este modo, el cabezal de medición acorde a la invención puede fabricarse de forma más sencilla y más
45 conveniente en cuanto a los costes. Además, debido a las tolerancias reducidas disminuye el factor de variabilidad de los cabezales de medición durante la fabricación.

El núcleo de ferrita sobre el cual se encuentran dispuestos el sensor del campo magnético y la bobina de emisión, puede presentar en especial una forma de U. La forma de U presenta dos lados que comprenden los extremos del núcleo de ferrita. De este modo, la bobina de excitación se encuentra dispuesta sobre un lado del núcleo de ferrita en forma de U y el sensor del campo magnético se encuentra dispuesto sobre el otro lado de la forma de U.

De manera alternativa, el núcleo de ferrita puede presentar un lado central y al menos dos lados externos que rodean el lado central y que se encuentran unidos a éste, donde los extremos del núcleo de ferrita se encuentran en

5 los lados. En esta conformación, la bobina de excitación se encuentra dispuesta en el lado central del núcleo de ferrita y los sensores del campo magnético se encuentran dispuestos en los lados externos del núcleo de ferrita. Se considera particularmente ventajoso que los lados externos rodeen el lado central respectivamente a la misma distancia, ya que entonces las señales recibidas por los sensores del campo magnético no son influenciadas a través distancias diferentes de los respectivos lados desde la bobina de excitación.

10 En el caso de dos lados externos, el núcleo de ferrita puede presentar en particular una forma de E. Debido a ello, en comparación con la forma de U, se amplía el trayecto a través del material ferromagnético que debe ser medido, de lo cual resulta una sensibilidad mejorada del cabezal de medición. En esta variante, los sensores del campo magnético se sitúan de forma opuesta uno con respecto a otro, de forma simétrica especular, con respecto a la bobina de excitación, para evitar influencias sobre la medición que se basan exclusivamente en las diferentes distancias con respecto a la bobina de excitación.

15 Cuando el núcleo de ferrita presenta más de dos lados externos, los sensores del campo magnético pueden estar dispuestos especialmente de forma simétrica con respecto a un punto o con simetría rotacional alrededor del núcleo de ferrita. En particular en el caso de que se encuentren presentes cuatro lados externos pueden detectarse muy bien de este modo tensiones que se desarrollan en direcciones perpendiculares unas con respecto a otras en la capa ferromagnética. De manera ventajosa, los cabezales de medición de este tipo pueden utilizarse para medir la torsión y pares de rotación, por ejemplo en árboles.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se proporciona un sensor magnetoelástico. Dicho sensor presenta un cabezal de medición acorde a la invención, de manera que en el mismo se presentan las propiedades y ventajas descritas con respecto al cabezal de medición.

Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención se indican en la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución haciendo referencia a las figuras añadidas.

25 La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución de un sensor magnetoelástico acorde a la invención con un cabezal de medición en forma de U.

La figura 2 muestra un ejemplo de ejecución de un sensor magnetoelástico acorde a la invención con un cabezal de medición en forma de E.

La figura 3 muestra otro ejemplo de ejecución de un sensor magnetoelástico acorde a la invención en una vista lateral.

La figura 4 muestra el cabezal de medición del sensor de la figura 3 en una vista superior.

30 En la figura 1 se muestra un primer ejemplo de ejecución de un cabezal de medición acorde a la invención y un sensor magnetoelástico provisto del mismo. El cabezal de medición 1 comprende un núcleo de ferrita 3 en forma de U que presenta dos lados 5 y 7 orientados uno con respecto a otro de forma paralela. Sobre el primer lado 5 está colocada una bobina de excitación 9 con la cual puede generarse un campo magnético. Sobre el segundo lado 7 está dispuesto un sensor del campo magnético 11, donde en el presente ejemplo de ejecución el mismo está diseñado como un sensor de efecto Hall.

35 Junto con una capa ferromagnética 13 que se encuentra dispuesta sobre un objeto en donde deben medirse tensiones, el cabezal de medición 1 conforma un sensor magnetoelástico. La capa 13 puede estar aplicada sobre el objeto que debe ser medido. Sin embargo, de forma alternativa, el objeto que debe ser medido también puede estar compuesto por material ferromagnético. En ese caso, el sensor magnetoelástico se conforma por el propio objeto junto con el cabezal de medición 1.

40 Para el proceso de medición del sensor, un campo magnético es generado por una bobina de excitación 9, donde en la figura 1 la densidad magnética de flujo de dicho campo se representa a través de las líneas de campo B. Las líneas de campo se extienden a través de la capa ferromagnética 13 y se cierran sobre el núcleo de ferrita 3. La densidad magnética del flujo del campo magnético puede ser medida con el sensor del campo magnético 11 (en este caso con el sensor de efecto Hall). El valor de medición depende de la permeabilidad magnética en la capa ferromagnética 13, la cual a su vez es influenciada por las tensiones dominantes en la capa ferromagnética. Por lo tanto, a partir del resultado de medición de la densidad magnética de flujo, obtenido con el sensor del campo magnético 11, pueden calcularse las tensiones dominantes en la capa ferromagnética 13. Puesto que la capa ferromagnética 13 representa por sí misma el objeto o se encuentra unida al objeto, las tensiones dominantes en la capa ferromagnética 13 representan también las tensiones dominantes en el objeto de medición.

50 En la figura 2 se muestra un segundo ejemplo de ejecución de un cabezal de medición acorde a la invención y un sensor magnetoelástico que comprende el cabezal de medición. Los elementos que se corresponden con aquellos

del primer ejemplo de ejecución se indican con los mismos números de referencia de la figura 1 y no se explican nuevamente, para evitar repeticiones. Por lo tanto, la explicación del segundo ejemplo de ejecución se limita a las diferencias con respecto al primer ejemplo de ejecución.

5 A diferencia del primer ejemplo de ejecución, el cabezal de medición 21 del segundo ejemplo de ejecución presenta un núcleo de ferrita 23 en forma de E. Éste comprende un lado central 25 y dos lados externos 27 que están dispuestos sobre un eje con el lado central 25. Preferentemente, todos los lados están orientados de forma paralela unos con respecto a otros. Los lados externos 27 presentan ambos la misma distancia desde el lado central 25, de manera que se presenta una geometría del núcleo de ferrita 23 con una simetría especular con respecto al lado central 25.

10 La bobina de excitación 9 del cabezal de medición 21 está dispuesta sobre el lado central del núcleo de ferrita 23. Sobre los dos lados externos 27 del núcleo de ferrita 23 se encuentran los sensores del campo magnético 11 que, tal como en el primer ejemplo de ejecución, están diseñados como sensores de efecto Hall. En esta variante de ejecución, la densidad magnética de flujo del campo magnético generado por la bobina de excitación 9 es medida en dos puntos que se encuentran situados uno con respecto a otro con una simetría especular, con respecto a la bobina de excitación 9.

En las figuras 3 y 4 se muestra un tercer ejemplo de ejecución de un cabezal de medición acorde a la invención y un sensor de torsión magnetoelástico construido con el mismo. La figura 3 muestra una vista lateral a través del cabezal de medición a lo largo de la línea III-III en la figura 4. La figura 4 muestra una vista superior del lado del cabezal de medición que debe orientarse hacia el material ferromagnético.

20 El cabezal de medición 31 del tercer ejemplo de ejecución presenta un núcleo de ferrita 33 con un lado central 35 y cuatro lados externos 37 que rodean el lado central 35. Sobre el lado central 35 se encuentra dispuesta la bobina de excitación 9. Los sensores del campo magnético 41, que en el presente ejemplo de ejecución están diseñados como sensores GMR o sensores AMR, se encuentran sobre los lados externos 37. En el presente ejemplo de ejecución, la geometría del núcleo de ferrita 31 se selecciona de manera que los lados forman dos pares de lados, en donde respectivamente dos lados se sitúan sobre caras opuestas del lado central 35. Los dos pares de lados presentan una orientación rotada en 90° uno contra otro, de manera que en la disposición de los lados externos 37 se presenta una simetría con respecto a un punto, con relación al lado central 35. Esta variante del cabezal de medición 31 posibilita una detección bidimensional de fuerzas, lo cual se considera ventajoso por ejemplo para medir torsiones en un árbol 43 o pares de rotación de un árbol. El árbol 43 puede estar compuesto por material ferromagnético o puede estar revestido con un material de ese tipo.

35 Para determinar la torsión en el árbol 43, el cabezal del sensor se alinea con la línea de unión entre lados externos 37 situados de forma opuesta unos con respecto a otros de un par de lados, a lo largo de las fuerzas principales que se producen durante la torsión, las cuales se extienden de forma perpendicular unas con respecto a otras. Durante una torsión, en una dirección es dominante una fuerza de tracción y en la dirección perpendicular con respecto a la misma es dominante una fuerza de presión. Esto significa que la permeabilidad magnética del material ferromagnético del árbol 43 aumenta en una dirección y se reduce en la otra dirección. Mediante la geometría del cabezal del sensor 31 representado en las figuras 3 y 4, las permeabilidades en las dos direcciones pueden detectarse de forma separada una de la otra, de manera que la torsión del árbol puede determinarse en base a las permeabilidades detectadas y a partir de las tensiones de tracción o presión que deben ser calculadas.

40 La presente invención se describe mediante ejemplos de ejecución con fines ilustrativos. Sin embargo, los ejemplos de ejecución no deben limitar la invención, de manera que el alcance de protección sólo se encuentre limitado por las reivindicaciones incluidas. En particular son posibles variantes de los ejemplos de ejecución representados. De este modo, por ejemplo en los dos primeros ejemplos de ejecución, en lugar del sensor de efecto Hall utilizado puede emplearse también otro sensor del campo magnético, por ejemplo un sensor GMR o un sensor AMR.

45 Las simetrías descritas con relación al segundo y al tercer ejemplo de ejecución, de manera ventajosa, no son necesarias de forma obligatoria, ya que las influencias de las señales de medición que se presentan en el caso de una disposición no simétrica en principio pueden ser consideradas al procesar las señales de medición. En una geometría no simétrica del núcleo de ferrita en forma de E, por ejemplo los lados externos pueden presentar distancias diferentes desde el lado central. Además, los lados externos y el lado central no deben disponerse de forma obligatoria sobre una línea. De manera correspondiente, en el caso del cabezal de medición del tercer ejemplo de ejecución no es necesario que las posiciones de los lados externos del núcleo de ferrita presenten una simetría con respecto a un punto, con relación al lado central. Además, no es necesario que se encuentren presentes cuatro lados. En principio tres lados son suficientes para detectar fuerzas bidimensionales. Por ejemplo, éstos pueden estar dispuestos en ángulos de un polígono con el lado central como centro. Lo mismo se aplica también independientemente sobre la cantidad de lados externos que se encuentren presentes. No obstante, en principio es posible también una disposición de los lados externos completamente exenta de simetría. Pero la evaluación de las señales de un cabezal de medición provisto de cuatro lados dispuestos de forma simétrica es más sencilla, en particular cuando éste presenta la geometría mostrada en las figuras 3 y 4.

Como otra variante de los ejemplos de ejecución mostrados, existe la posibilidad de disponer un sensor del campo magnético también sobre el lado que porta la bobina de excitación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cabezal de medición (1, 21, 31) para un sensor magnetoelástico con un núcleo de ferrita (3, 23, 33), el cual presenta una forma de U con dos lados y comprende un primer extremo (5) sobre el cual se encuentra colocada una bobina de excitación (9) que genera un campo magnético, y al menos un segundo extremo (7), donde sobre al menos un segundo extremo (7) se encuentra colocado un sensor del campo magnético (11, 41), caracterizado porque el sensor del campo magnético se basa en el efecto Hall, GMR o AMR.
- 10 2. Cabezal de medición (21, 31) según la reivindicación 1, en donde el núcleo de ferrita (23, 33) presenta un lado adicional (25, 35), donde la bobina de excitación (9) se encuentra dispuesta sobre el lado adicional (25, 35) del núcleo de ferrita (23, 33) y sensores del campo magnético (11, 41) se encuentran dispuestos sobre los lados externos (27, 37) del núcleo de ferrita (23, 33).
3. Cabezal de medición (21, 31) según la reivindicación 2, en donde los lados externos (27, 37) rodean el lado adicional (25, 35) respectivamente a la misma distancia.
4. Cabezal de medición (21) según la reivindicación 2 ó 3, en donde el núcleo de ferrita (23) presenta una forma de E con un lado adicional (25) y dos lados externos (27).
- 15 5. Cabezal de medición (21) según la reivindicación 4, en donde los lados externos (27), con respecto al lado adicional (25), se encuentran situados de forma opuesta uno con respecto a otro de forma simétrica especular.
6. Cabezal de medición (31) según la reivindicación 2 ó 3, en donde el núcleo de ferrita presenta un lado adicional (35) y al menos tres lados externos (37).
- 20 7. Cabezal de medición (31) según la reivindicación 6, en donde al menos tres lados externos (37) se encuentran dispuestos de forma simétrica con respecto a un punto o con simetría rotacional alrededor del lado adicional (35).
8. Sensor magnetoelástico con un cabezal de medición según una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

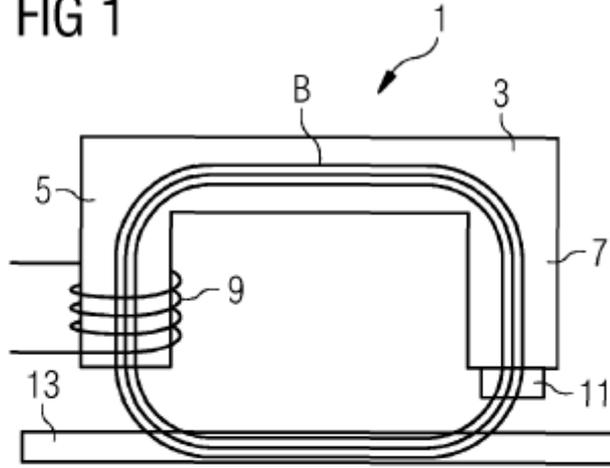


FIG 2

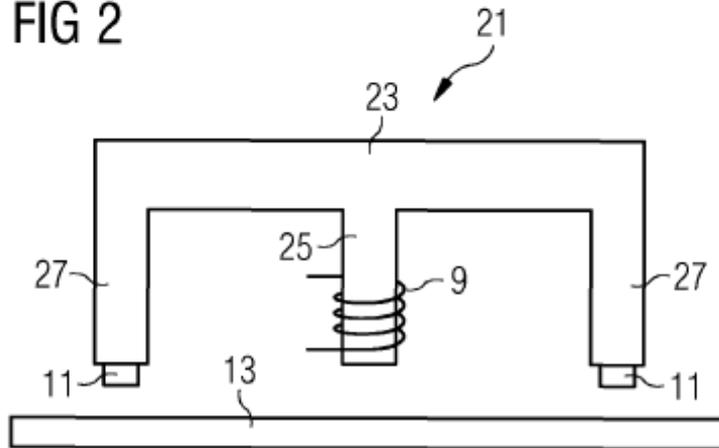


FIG 3

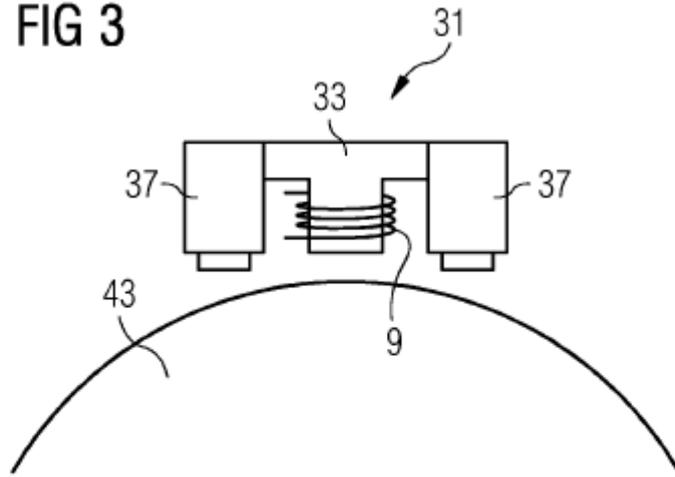


FIG 4

