

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 573**

51 Int. Cl.:

G01L 5/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.04.2009 PCT/JP2009/058135**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2009 WO09133812**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2009 E 09738749 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2273246**

54 Título: **Dispositivo para medir la tensión**

30 Prioridad:

28.04.2008 JP 2008117010

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

31.01.2020

73 Titular/es:

SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.

(100.0%)

5-33, Kitahama 4-chome, Chuo-ku

Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP

72 Inventor/es:

TSUKADA, KAZUHIKO;

FURUKAWA, IPPEI;

KIDO, TOSHIRO y

OIKAWA, MASASHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 739 573 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 para medir la tensión

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de medición de tensión que mide la tensión que actúa en un elemento magnético de una longitud larga, utilizando el efecto magnético del esfuerzo de un elemento magnético.

10 Antecedentes de la invención

Para un aparato para medir la tensión en un elemento largo de acero, tal como el cable de una estructura colgante, el elemento de tensión de un anclaje en tierra y el cable metálico de equipo de transporte, a menudo se usa una célula de carga (del tipo de calibre de deformación, del tipo de transformador diferencial) que tiene un agujero en el centro a través del que pasa un elemento de acero, o un disco de presión hidráulica. Estos aparatos se usan situados entre un anclaje fijado a un plato a través del que pasa el objeto a medir y una pieza de fijación montada en un extremo del objeto objetivo. Por lo tanto, el aparato de medición debe montarse al tiempo de instalar el objeto que posteriormente se someterá a medición. Los aparatos de medición convencionales no podrían aplicarse para medir la tensión de un elemento que ya esté instalado.

Empleando el método de medición de esfuerzo que utiliza el efecto magnético del esfuerzo que aparece en un elemento magnético, por ejemplo, de acero (el fenómeno de variación de la magnetización por esfuerzo), el aparato de medición puede instalarse en una posición arbitraria de un elemento largo de acero que ya haya sido instalado para efectuar la medición de tensión. Un método conocido de medición de esfuerzo utiliza la variación de la permeabilidad magnética de un elemento magnético producida por esfuerzo. El objeto objetivo es magnetizado hasta el rango de acercamiento a la magnetización de saturación (la zona donde el bucle de histéresis de la propiedad de magnetización se cierra; "región de magnetización rotativa" en términos de física magnética), y se aplica un campo magnético alterno de pequeña amplitud. La amplitud de la densidad de flujo magnético con respecto al campo magnético alterno se mide para obtener la permeabilidad magnética para evaluar el esfuerzo (consúltese el Documento de Patente 1). Se ha propuesto otro acercamiento que utiliza el fenómeno de que el flujo magnético que fluye hacia un espacio varía cuando el flujo magnético que pasa a través del interior de un elemento magnético cambia por el esfuerzo. El esfuerzo es evaluado midiendo la densidad del flujo magnético que escapa del imán permanente que magnetiza el objeto a medir al espacio situado enfrente del objeto a medir (consúltese el Documento de Patente 2).

US-4.316.146 se refiere a medir un cambio en el estado mecánico de un objeto, con el fin de detectar una perturbación en el flujo magnético.

US-2004/041560 se refiere a la detección de defectos y pérdida de pared localizada en tubos hechos de material de base ferromagnética. Un generador de campo magnético crea un campo de flujo magnético horizontal y se pasa un tubo a través del campo magnético. Un detector de fluctuación magnética identifica fluctuaciones en el campo magnético.

KR-1020040110740 se refiere a supervisar la tensión y la corrosión de un cable de acero. La variación del flujo magnético es detectada con el fin de determinar el esfuerzo.

Se conocen otros dispositivos por US-4.659.991 y US-2006/0202685.

Documento de la técnica anterior

Documento de patente

Documento de Patente 1: Publicación de Patente japonesa número 2-245629

Documento de Patente 2: Publicación de Patente japonesa número 2006-300902

Descripción de la invención

Problemas a resolver con la invención

El método descrito en dicho Documento de Patente 1 es desventajoso porque no puede obtenerse suficiente sensibilidad dado que la variación de la permeabilidad magnética correspondiente a la variación de esfuerzo es relativamente pequeña, y la amplitud del campo magnético alterno debe restringirse de manera que la intensidad de campo magnético no caiga fuera del rango de acercamiento a la magnetización de saturación. Además, dado que la corriente transitoria generada en la sección transversal del objeto objetivo por el campo magnético alterno afecta a la permeabilidad magnética y la conductividad, los valores de medición en particular de torones y cables en base a una

estructura de cable trenzado que tiene una pluralidad de filamentos trenzados quedan fácilmente afectados por la corriente transitoria dado que la conductancia en la dirección circunferencial varía dependiendo del estado de contacto entre los filamentos. Así, la aplicación de este método es difícil.

El método descrito en dicho Documento de Patente 2 magnetiza el objeto objetivo por medio de un imán permanente. Un imán permanente general no se basa en una especificación que hace que el objeto objetivo sea magnetizado hasta el rango de acercamiento a la magnetización de saturación. Por lo tanto, la medición se logra con un campo magnético relativamente débil (una zona donde el bucle de histéresis no está cerrado). Existe el problema de que no puede obtenerse un resultado de medición de reproducibilidad excelente debido a la influencia de la historia de magnetismo y esfuerzo anterior a la medición.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de medición de tensión que puede llevar a la práctica medición de tensión de reproducibilidad excelente con alta sensibilidad incluso en un objeto objetivo de una estructura de cable trenzado.

Medios para resolver los problemas

Para lograr dicho objeto, se proporciona un aparato de medición de tensión de la presente invención según la reivindicación 1. Incluye un magnetizador cilíndrico dispuesto rodeando una porción de un elemento magnético largo al objeto de magnetizar por corriente continua el elemento magnético en la dirección longitudinal hasta el rango de acercamiento a magnetización de saturación, y un sensor magnético dispuesto cerca del elemento magnético en una zona central en la dirección longitudinal de un dominio magnético para detectar la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de una superficie del elemento magnético. La tensión que actúa en el elemento magnético es medida en base a la intensidad de campo magnético espacial detectada por el sensor magnético.

A saber, el aparato de medición de tensión está configurado para magnetizar por corriente continua una porción de un elemento magnético largo que es el objeto de medición objetivo hasta el rango de acercamiento a magnetización de saturación, detectar la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del lugar magnetizado, y medir la tensión que actúa en el elemento magnético a partir del valor detectado. La razón por la que se emplea esta configuración se describirá a continuación.

La figura 7 representa un ejemplo de la propiedad de magnetización de un cable de acero en la dirección longitudinal (el eje horizontal corresponde al valor de corriente de la bobina de excitación, y se considera que es, aunque no estrictamente, la intensidad de campo magnético), y representa que la magnetización que tiene lugar en el cable de acero (densidad de flujo magnético correspondiente a magnetización en el dibujo) difiere dependiendo del esfuerzo, es decir, representa el efecto magnético del esfuerzo del cable de acero. Por lo tanto, cuando el esfuerzo varía bajo un campo magnético de polarización constante, dicha variación de esfuerzo puede ser detectada como un cambio en la densidad de flujo magnético. Sin embargo, dado que un elemento magnético, por ejemplo, de acero, tiene características de histéresis, la influencia de la historia de magnetismo y esfuerzo previos se encontrará en la zona donde el campo magnético de polarización es débil y el bucle de histéresis no está cerrado, como se representa en la figura 7, de modo que no puede esperarse la reproducibilidad en la relación entre esfuerzo y magnetización. En contraposición, en el caso donde la variación de tensión se aplica repetidas veces al cable de acero de la figura 7 en la zona donde el bucle de histéresis está cerrado, es decir, en el rango de acercamiento a magnetización de saturación, la variación en la magnetización por esfuerzo tiene una relación reversible y sustancialmente lineal, como se representa en la figura 8. Así, la presente invención se refiere a obtener un resultado de medición de reproducibilidad excelente magnetizando el objeto objetivo hasta el rango de acercamiento a magnetización de saturación.

Además, dado que la corriente transitoria generada en el objeto objetivo afectará al resultado de medición al tiempo de aplicar un campo magnético alterno como se expone anteriormente, la generación de corriente transitoria es suprimida por la corriente continua que magnetiza el objeto objetivo en la presente invención. Así, la medición de tensión puede lograrse con suficiente fiabilidad incluso para un objeto objetivo de una estructura de cable trenzado cuyo resultado de medición variará fácilmente bajo el efecto de la corriente transitoria.

Con el fin de medir la tensión a alta sensibilidad, la longitud del objeto objetivo a magnetizar se acorta, y se detecta la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del lugar magnetizado. El mecanismo que permite la medición de alta sensibilidad según tal configuración se describirá a continuación.

La figura 9 representa esquemáticamente un campo magnético producido por magnetización de un elemento magnético. Cuando el objeto objetivo que tiene una longitud finita se coloca bajo un campo magnético externo uniforme H_{ex} a lo largo de la dirección longitudinal, tiene lugar magnetización M en el objeto objetivo. La magnetización M da lugar a un polo N y un polo S en los dos extremos del objeto objetivo, por lo que se desarrolla un campo magnético H_{demag} (un campo desmagnetizante) en una dirección opuesta a la del campo magnético externo H_{ex} . Por lo tanto, la magnetización real M que tiene lugar en el objeto objetivo corresponde justamente al campo magnético efectivo $H_{eff} = H_{ex} - H_{demag}$. El campo magnético espacial H_{sf} a lo largo de la superficie del objeto objetivo en la zona central en la dirección longitudinal se puede considerar que es sustancialmente igual a este

campo magnético efectivo H_{eff} . Aunque depende de la forma del objeto objetivo, el campo desmagnetizante H_{demag} es proporcional a la magnetización M del objeto objetivo. Su factor proporcional (factor de campo diamagnético) N es constante a condición de que la forma geométrica y la disposición se determinen (R.M. Bozorth: Ferromagnetism (D. Van Nostrand Co., 1951). El factor de campo diamagnético de un elemento magnético de forma columnar puede ilustrarse como se representa en la figura 10.

Por lo tanto, el campo magnético espacial H_{sf} en la proximidad de la superficie del objeto puede ser representado por la ecuación siguiente (1):

$$H_{\text{sf}} \approx H_{\text{eff}} = H_{\text{ex}} - H_{\text{demag}} = H_{\text{ex}} - N (M/\mu_0) \quad (1)$$

donde μ_0 es la permeabilidad magnética en vacío. Cuando el campo magnético externo es constante ($H_{\text{ex}} = \text{const.}$) en la ecuación (1) y la magnetización varía como $M \rightarrow M + \Delta M$, el campo magnético efectivo, es decir, el campo magnético espacial en la proximidad de la superficie, es modificado justamente la cantidad representada por la ecuación siguiente (2):

$$\Delta H_{\text{sf}} \approx \Delta H_{\text{eff}} = (-N/\mu_0) \Delta M \quad (2)$$

Suponiendo que esta modificación ΔM de la magnetización es producida por esfuerzo, la variación de esfuerzo aparecerá en una modificación ΔH_{sf} del campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del objeto a condición de que el factor de campo diamagnético N no sea cero. Además, la modificación ΔH_{sf} del campo magnético espacial aparece más grande cuando el factor de campo diamagnético N es mayor (con referencia a la figura 10, cuando la longitud del lugar a magnetizar es más corta). En este contexto, la presente invención se refiere a medición de tensión de alta sensibilidad tomando una modificación de campo magnético espacial grande ΔH_{sf} correspondiente al esfuerzo en base a una configuración en la que el campo desmagnetizante H_{demag} es grande con un dominio magnético corto. La longitud del dominio magnético se pone deseablemente de manera que tenga una relación igual o menor que 3 al diámetro del objeto objetivo. Cuando la relación de la longitud del dominio magnético al diámetro del objeto objetivo es más alta, el factor de campo diamagnético N , y, a su vez, la sensibilidad de medición, será inferior (por ejemplo, cuando esta relación es 5, el factor de campo diamagnético N es aproximadamente la mitad de la relación 3). Será difícil obtener una sensibilidad suficientemente adaptable a uso práctico si la relación excede de 3.

El sensor magnético se coloca deseablemente en el lado circunferencial interior del magnetizador cilíndrico. Cuando el sensor magnético está situado más próximo a la superficie del elemento magnético, el valor de medición del campo magnético espacial H_{sf} por el sensor magnético reflejará adecuadamente el comportamiento del campo magnético efectivo H_{eff} que varía en gran medida bajo el efecto del campo desmagnetizante H_{demag} . Por lo tanto, la sensibilidad y la exactitud de la medición de tensión pueden mejorarse.

Seleccionando un magnetizador que tenga al menos un par de imanes permanentes espaciados en la dirección longitudinal del elemento magnético, mirando uno a otro con un polo magnético diferente, la configuración puede ser simple y pequeña en comparación con una configuración que magnetiza un elemento magnético por medio de una bobina. Puede prescindirse de un suministro de potencia externo, reduciendo la retención en la posición de medición. Además, dividiendo el magnetizador en una pluralidad de partes en la dirección circunferencial, la instalación y el intercambio con respecto a un elemento magnético que ya ha sido instalado pueden facilitarse. Además, puede emplearse un elemento Hall como el sensor magnético.

En el caso donde el elemento magnético toma una estructura de cable trenzado que tiene una pluralidad de filamentos trenzados, es preferible disponer una pluralidad de sensores magnéticos a lo largo de la dirección circunferencial del elemento magnético, y usar la media de la salida de cada sensor magnético para el valor de detección de la intensidad de campo magnético espacial. Consiguientemente, el error de medición producido por la variación de la distancia del torón dependiendo de la posición montada del sensor magnético puede reducirse mejorando la exactitud de la medición.

Por la configuración expuesta anteriormente, está permitida la medición de un objeto objetivo en una posición arbitraria en la dirección longitudinal. Además, dado que la medición de un objeto objetivo está permitida en modo sin contacto, la presente invención es aplicable incluso en el caso donde el objeto objetivo se mueve. Dado que se aprovecha la naturaleza inherente de un elemento magnético, el uso de un material particular no es necesario para la medición. La presente invención es aplicable a cualquier elemento magnético.

Efectos de la invención

Dado que el aparato de medición de tensión de la presente invención está configurado para magnetizar por corriente continua una porción de un elemento magnético largo que es el objeto objetivo de medición hasta el rango de

acercamiento a magnetización de saturación, detectar la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del elemento magnético, en gran medida diferente correspondiendo a variación de esfuerzo, y midiendo la tensión que actúa en el elemento magnético del valor detectado, se puede obtener un resultado de medición de reproducibilidad excelente con alta sensibilidad. El aparato de medición de tensión puede ser aplicado incluso a un objeto objetivo que tiene una estructura de cable trenzado.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal vertical frontal de un aparato de medición de tensión según una realización.

La figura 2 representa el magnetizador de la figura 1, donde (a) es una vista en sección transversal vertical frontal y (b) es una vista lateral de (a).

La figura 3 es un diagrama para describir el experimento de confirmación de rendimiento del aparato de medición de la figura 1.

Las figuras 4(a) y (b) representan gráficos del resultado del experimento de confirmación de rendimiento de la figura 3.

La figura 5 es una vista en sección transversal vertical frontal que representa un uso ejemplar del aparato de medición de la figura 1.

La figura 6 es un diagrama esquemático para describir otro uso ejemplar del aparato de medición de la figura 1.

La figura 7 es un gráfico que representa un ejemplo de la propiedad de magnetización de un cable de acero.

La figura 8 es un gráfico que representa la variación de la magnetización por el esfuerzo del cable de acero de la figura 7.

La figura 9 es un diagrama esquemático de un campo magnético desarrollado por magnetización de un elemento magnético.

La figura 10 es un gráfico que representa la relación entre la ratio de dimensión de una varilla columnar y el factor de campo diamagnético.

Modos de realizar la invención

Realizaciones de la presente invención se describirán a continuación en base a las figuras 1 a 6. Un aparato de medición de tensión 1 de la presente realización incluye básicamente, como se representa en la figura 1, un magnetizador cilíndrico 2 dispuesto rodeando una porción de un elemento magnético largo A, un espaciador 3 insertado entre el magnetizador 2 y el elemento magnético A, un elemento Hall 4 que sirve como un sensor magnético que detecta la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del elemento magnético A, y un amplificador 5 que amplifica la salida del elemento Hall 4.

Como se representa en (a) y (b) de la figura 2, el magnetizador 2 incluye cuatro imanes permanentes 7 que constituyen la forma de una porción de un cilindro, fijado con adhesivo a ambos extremos en la circunferencia interior de un yugo cilíndrico de acero 6. Una cubierta 8 que se extiende sobre la cara de extremo exterior de cada imán permanente 7 está unida a ambas caras de extremo del yugo 6. El yugo 6 está dividido en dos piezas de yugo 6a y 6b, cada una de forma semicilíndrica, dispuestas integralmente por una pluralidad de pasadores 9 insertados en las piezas de yugo 6a y 6b desde una cara de las piezas divididas, y una pluralidad de tornillos 10 enroscados desde el lado exterior de una pieza de yugo 6a a la otra pieza de yugo 6b. Se ha previsto un par de imanes permanentes 7 para cada una de las piezas de yugo 6a y 6b. Los dos imanes permanentes 7 que constituyen un par están dispuestos espaciados uno de otro en la dirección longitudinal del elemento magnético A, mirando uno a otro por diferentes polos magnéticos. Los imanes permanentes 7 sirven para magnetizar por corriente continua un elemento magnético A en un rango corto en la dirección longitudinal hasta el rango de acercamiento a magnetización de saturación.

El espaciador 3 se hace de polietileno, que no es magnético, dividido en dos a lo largo de la dirección circunferencial, igual que el magnetizador 2. El espaciador 3 está fijado con adhesivo al lado circunferencial interior de cada imán permanente 7 para evitar contacto entre el imán permanente 7 y el elemento magnético A. Además, el espaciador 3 tiene múltiples elementos Hall 4 y amplificadores 5 unidos en el lado circunferencial exterior, mirando a la superficie circunferencial interior del yugo 6.

Los elementos Hall 4 están dispuestos igualmente espaciados a lo largo de la dirección circunferencial en el punto medio de un par de imanes permanentes 7 en el lado circunferencial interior del magnetizador 2, es decir, cerca de

la zona central en la dirección longitudinal del dominio magnético del elemento magnético A. La salida de cada elemento Hall 4 es amplificada por el amplificador 5 siendo enviada a un procesador de datos (no representado). Su valor medio se toma como la intensidad de campo magnético espacial en la proximidad de la superficie del elemento magnético A, que se usa para la medición de la tensión que actúa en el elemento magnético A.

Se realizó un experimento para confirmar el rendimiento de medición del aparato de medición de tensión 1. En este experimento, como se representa en la figura 3, se puso un torón de epoxi (un torón de acero PC de 15,2 mm de diámetro recubierto con resina epoxi) 12 como un elemento magnético largo en un comprobador de tensión de tipo vertical 11. El aparato de medición de tensión 1 se montó en la zona central de la zona de carga de tensión. Se aplicó carga repetidas veces según los dos conjuntos de condiciones de carga expuestos más adelante. Las salidas de una célula de carga 13 y del aparato de medición de tensión 1 se alimentaron a un ordenador 15 mediante una grabadora de datos 14, y se evaluó la relación entre ellas.

<Condición de carga 1>

* Peso de carga 21,6 a 156 kN

* Método de carga: manual

* Recuento repetido: 5 veces

<Condición de carga 2>

* Peso de carga 21,6 a 200 kN

* Método de carga: forma de onda sinusoidal de 0,002 Hz

* Recuento repetido: 10 veces

Los resultados de los experimentos en las condiciones de carga 1 y 2 se exponen en (a) y (b), respectivamente, de la figura 4. La carga detectada por la célula de carga 13 y la intensidad de campo magnético detectada por el aparato de medición de tensión 1 exhibió sustancialmente una relación lineal, a pesar de una ligera histéresis. La variación producida por dicha histéresis era aproximadamente 5% a lo sumo. Se confirmó que el rendimiento de medición era tolerable para uso práctico.

El aparato de medición de tensión 1 tiene la configuración y el rendimiento expuestos anteriormente, y la corriente continua magnetiza una porción de un elemento magnético largo que será el objeto de medición deseado, hasta el rango de acercamiento a magnetización de saturación. Se obtiene un resultado de medición de reproducibilidad excelente. No se genera corriente transitoria en el objeto objetivo. El aparato de medición de tensión 1 es aplicable a un objeto objetivo de una estructura de cable trenzado cuyo resultado de medición variará fácilmente bajo el efecto de la corriente transitoria. Dado que el dominio magnético se acorta con el fin de aumentar el campo desmagnetizante desarrollado dentro del objeto objetivo, puede lograrse una medición de tensión de alta sensibilidad obteniendo una modificación grande en el campo magnético espacial correspondiente al esfuerzo.

Dado que se emplean imanes permanentes 7 como magnetizador 2 para la magnetización de un objeto objetivo, la configuración puede ser simple y pequeña en comparación con la que emplea una bobina. Además, la limitación de la posición de medición es baja. Dado que el magnetizador 2 y el espaciador 3 situados en la circunferencia interior están divididos en dos a lo largo de la dirección circunferencial, el aparato de medición no tiene que instalarse al mismo tiempo de instalar el objeto objetivo. El montaje y el intercambio con respecto a un elemento que ya haya sido instalado se puede llevar a cabo fácilmente.

Además, dado que un valor medio de las salidas de múltiples elementos Hall 4 dispuestos igualmente espaciados a lo largo de la dirección circunferencial del elemento magnético se emplea como el valor de detección de la intensidad de campo magnético espacial, un error en la medición de un elemento magnético que tiene una estructura de cable trenzado variando la distancia entre el torón y elemento Hall 4 dependiendo de la posición montada de elemento Hall 4 es pequeño. La exactitud de la medición puede estar asegurada.

La figura 5 representa un uso ejemplar de un aparato de medición de tensión 1 de la realización antes descrita. En este ejemplo, se mide la tensión de un torón PC (torón de acero PC 17 empleado como un elemento de tensión para fijar una chapa de anclaje 16 en una pendiente G en un anclaje en tierra instalado en una pendiente. El torón PC 17 se inserta en tierra por un extremo y se fija con lechada 19, pasando una porción del otro extremo a través de un tubo anticorrosión 18. Una pieza de fijación 20 montada en el extremo terminal del otro extremo del torón PC 17 presiona la chapa de anclaje 16 hacia la pendiente G a través de dos etapas de espaciadores 21 y 22 para fijación. El aparato de medición de tensión 1 está unido al torón PC 17 en el tubo anticorrosión 18.

La figura 6 representa otro ejemplo de uso del aparato de medición de tensión 1 de la presente realización. En este ejemplo de uso, se mide la tensión de un cable sustentador 23 de un puente colgante. El puente colgante tiene un cable principal 25 que pasa a través de una pluralidad de pilares de puente 24. Una viga de puente 26 cuelga de una pluralidad de cables sustentadores 23 que cuelgan del cable principal 25. El aparato de medición de tensión 1 se une a uno de los cables sustentadores 23 cerca del centro en la dirección longitudinal.

Para un elemento que está expuesto fuera, tal como el cable de una estructura de suspensión o un cable de equipo de transporte, el aparato de medición de tensión 1 puede montarse al realizar la medición en cualquier momento con el objeto objetivo en un estado ya instalado. En el caso donde el aparato de medición de tensión ha de instalarse al tiempo de instalar nuevamente un objeto objetivo que sea el objeto de medición, el magnetizador y el espaciador a disponer en su circunferencia interior no tienen que estar divididos necesariamente a lo largo de la dirección circunferencial. Estos elementos pueden pasarse a través del terminal del objeto objetivo.

Se deberá entender que las realizaciones aquí descritas son ilustrativas y no restrictivas en cada aspecto. El alcance de la presente invención se define por los términos de las reivindicaciones, más bien que la descripción anterior, y tiene la finalidad de incluir cualquier modificación dentro del alcance y significado equivalente a los términos de las reivindicaciones.

Por ejemplo, aunque se emplea preferiblemente un imán permanente como el expuesto anteriormente en la realización para el magnetizador, puede efectuarse magnetización por corriente continua con una bobina. Además, el sensor magnético no se limita a un elemento Hall, y puede ser un CI Hall o análogos que pueda detectar la intensidad de campo magnético. Además, el objeto objetivo incluye cualquier elemento de una forma de varilla, un alambre unilíneal, un tipo trenzado (cable monofilamento), y un cable (cable multifilamento), formado de un elemento magnético.

Aplicabilidad industrial

El aparato de medición de tensión de la presente invención puede ser usado, no solamente para medición de tensión estática, sino también para medición de tensión dinámica. Por ejemplo, en dicho anclaje en tierra y puente colgante, puede medirse no solamente el cambio secular de tensión aplicada al torón PC y el cable, sino también el cambio de tensión transitorio producido cuando tiene lugar un terremoto o análogos.

Descripción de caracteres de referencia

1: aparato de medición de tensión

2: magnetizador

3: espaciador

4: elemento Hall

5: amplificador

6: yugo

6a, 6b: pieza de yugo

7: imán permanente

11: comprobador de tensión

12: torón de epoxi

13: célula de carga

16: chapa de anclaje

17: torón PC

18: tubo anticorrosión

19: lechada

20: pieza de fijación

23: cable sustentador

24: pilar de puente

5 25: cable principal

26: viga de puente

A: elemento magnético

10

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de medición de tensión (1) incluyendo:

5 un yugo cilíndrico;

un magnetizador cilíndrico (2) dispuesto rodeando una porción de un elemento magnético largo (A) para magnetizar por corriente continua el elemento magnético en una dirección longitudinal hasta una zona donde se cierra un bucle de histéresis de propiedad de magnetización, incluyendo el magnetizador (2) al menos un par de imanes permanentes (7) orientados uno a otro por diferentes polos magnéticos, espaciados a lo largo de la dirección longitudinal del elemento magnético (A); y

un sensor magnético (4) dispuesto en un punto medio del par de imanes permanentes en un lado circunferencial interior del magnetizador para detectar una intensidad de campo magnético espacial a lo largo de una superficie de dicho elemento magnético, estando configurado dicho aparato de medición de tensión para medir la tensión que actúa en el elemento magnético en base a la intensidad de campo magnético espacial detectada por dicho sensor magnético,

20 donde el par de imanes permanentes constituyen la forma de una porción de un cilindro,

caracterizado porque

los respectivos imanes permanentes del par de imanes permanentes están fijados en respectivos extremos opuestos en una circunferencia interior del yugo cilíndrico.

25 2. El aparato de medición de tensión según la reivindicación 1, donde dicho magnetizador (2) está dividido en una pluralidad de partes a lo largo de una dirección circunferencial.

30 3. El aparato de medición de tensión según alguna de las reivindicaciones 1 o 2, donde se emplea un elemento Hall (4) como dicho sensor magnético.

4. El aparato de medición de tensión según alguna de las reivindicaciones 1-3, donde

35 dicho elemento magnético (A) toma una estructura de cable trenzado que tiene una pluralidad de filamentos trenzados,

dichos múltiples sensores magnéticos (4) están dispuestos a lo largo de una dirección circunferencial del elemento magnético, y

40 una media de las salidas de cada uno de los sensores magnéticos se usa como un valor de detección de la intensidad de campo magnético espacial.

FIG.1

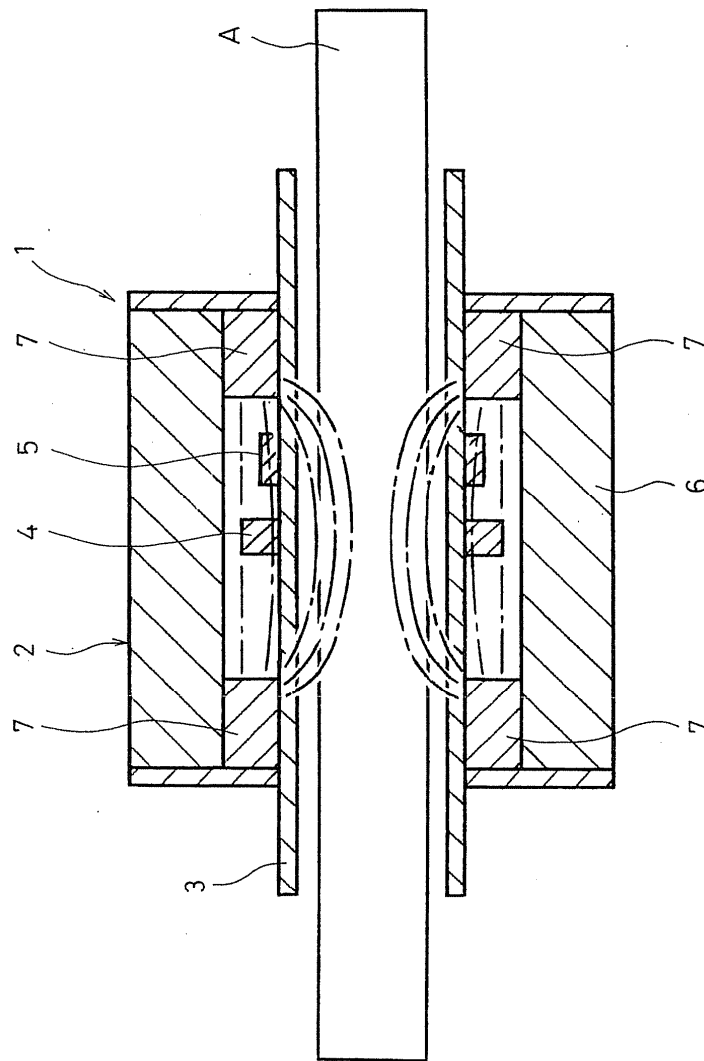


FIG.2

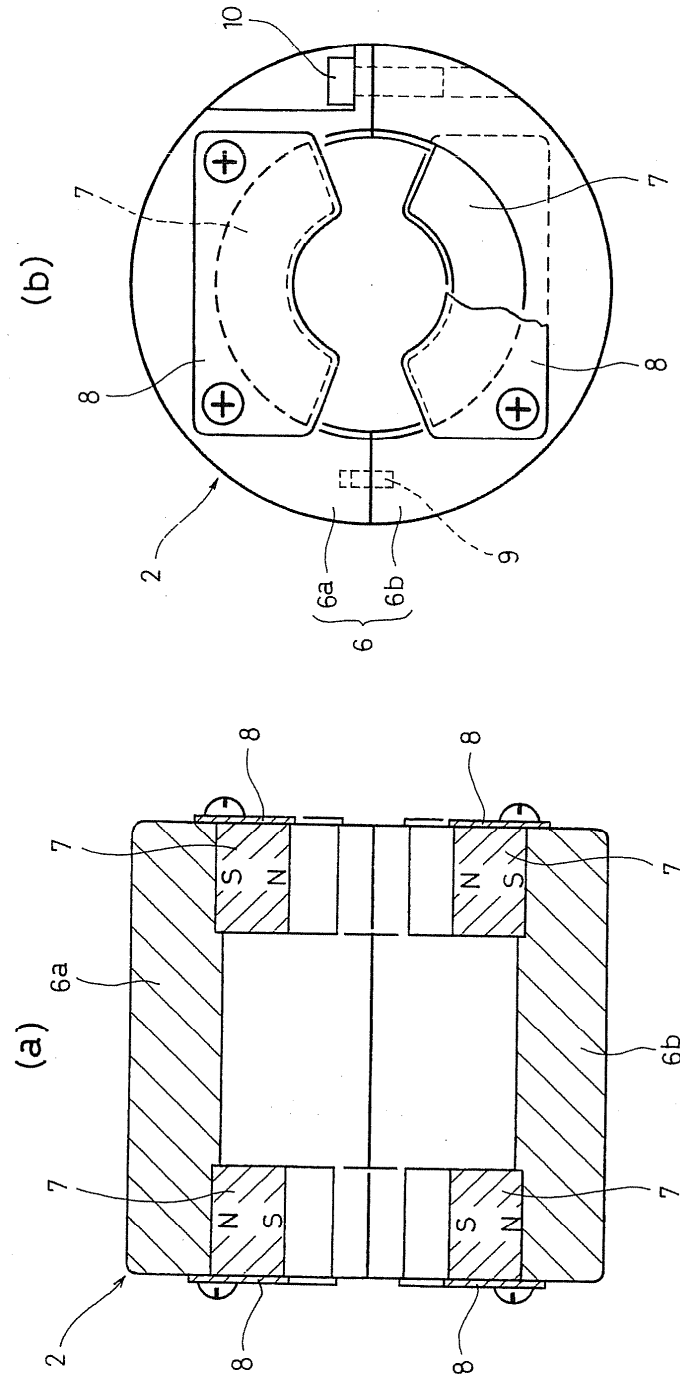


FIG.3

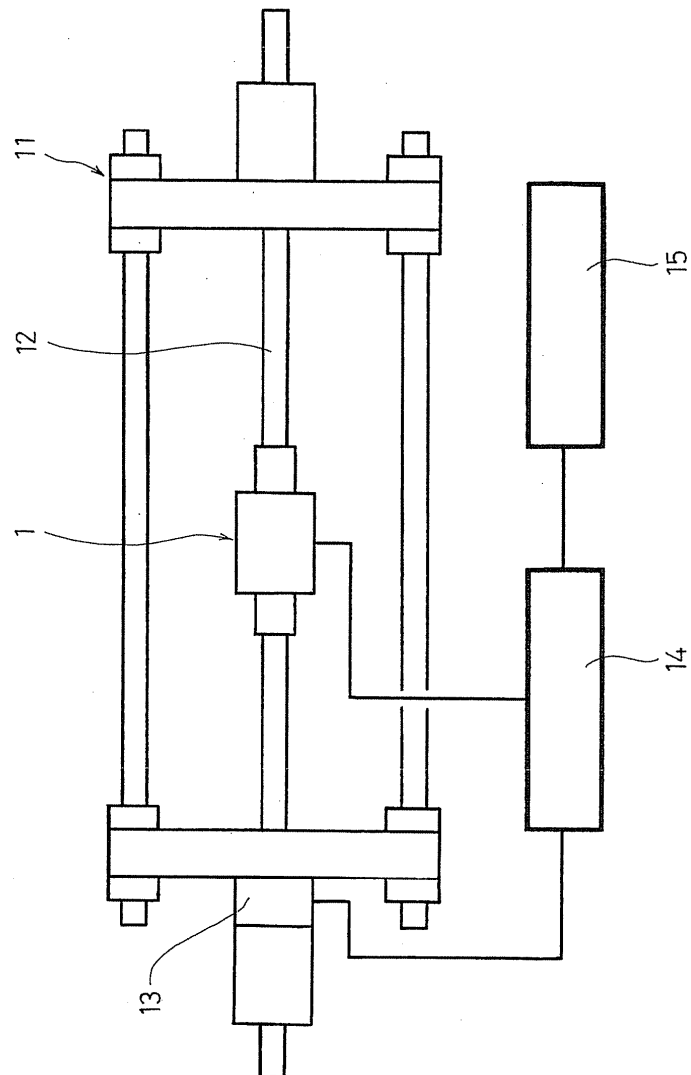
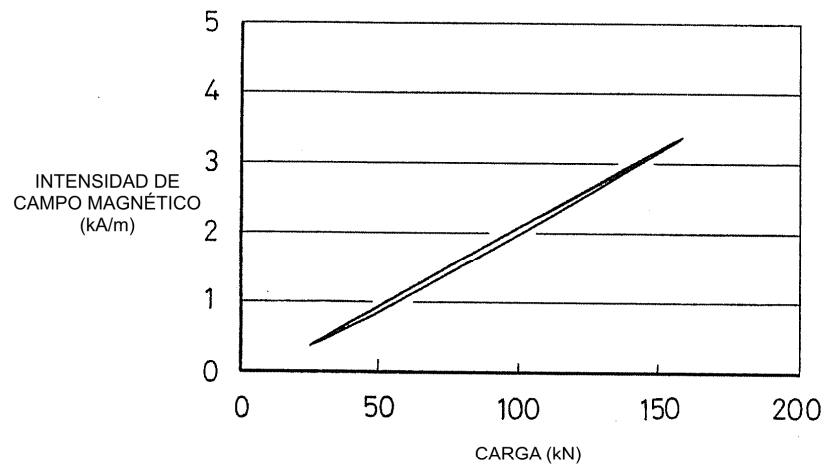


FIG.4

(a)



(b)

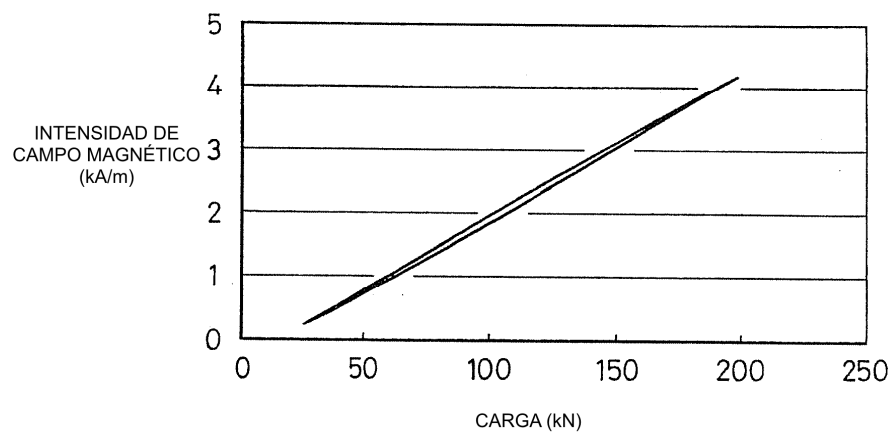


FIG.5

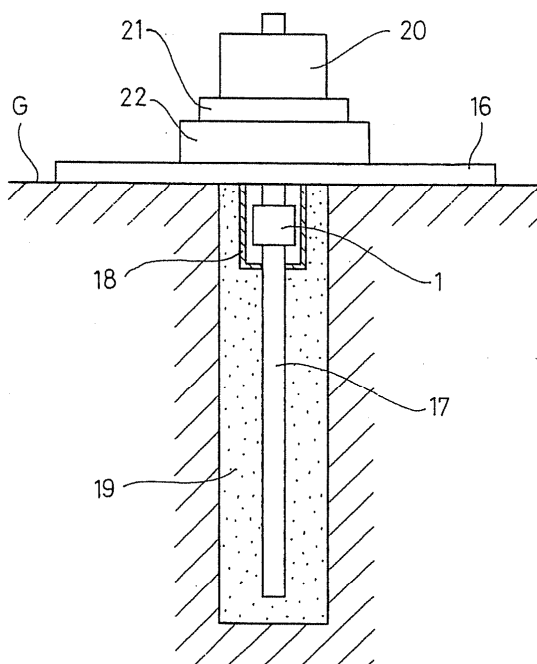


FIG.6

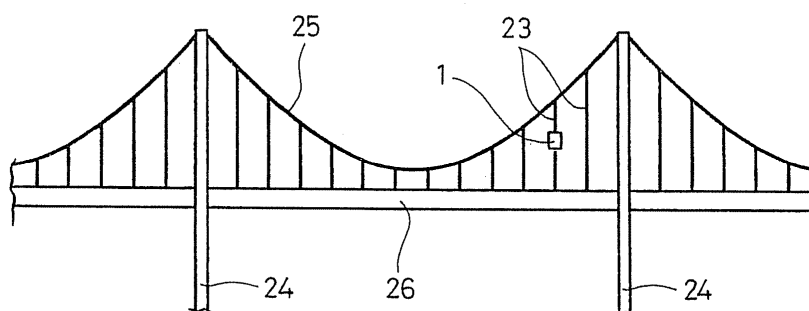


FIG.7

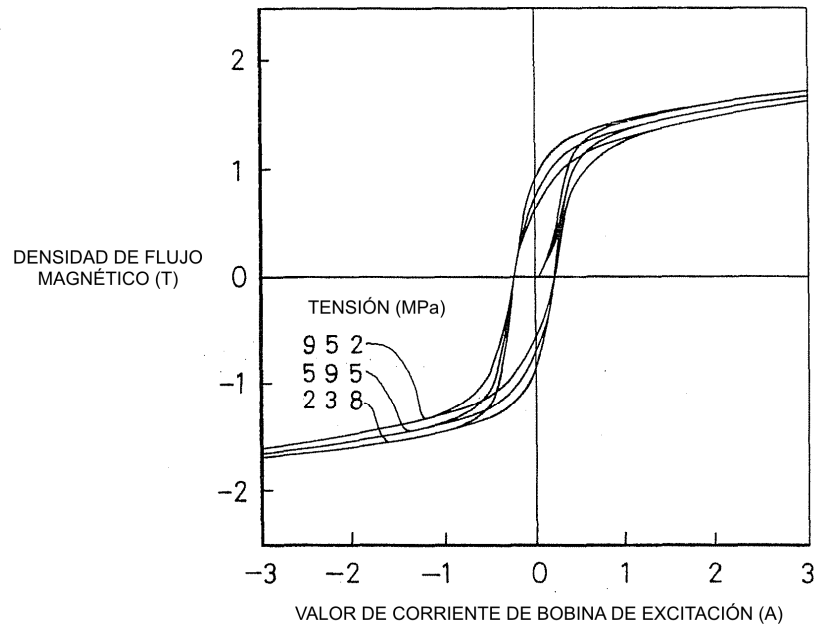


FIG.8

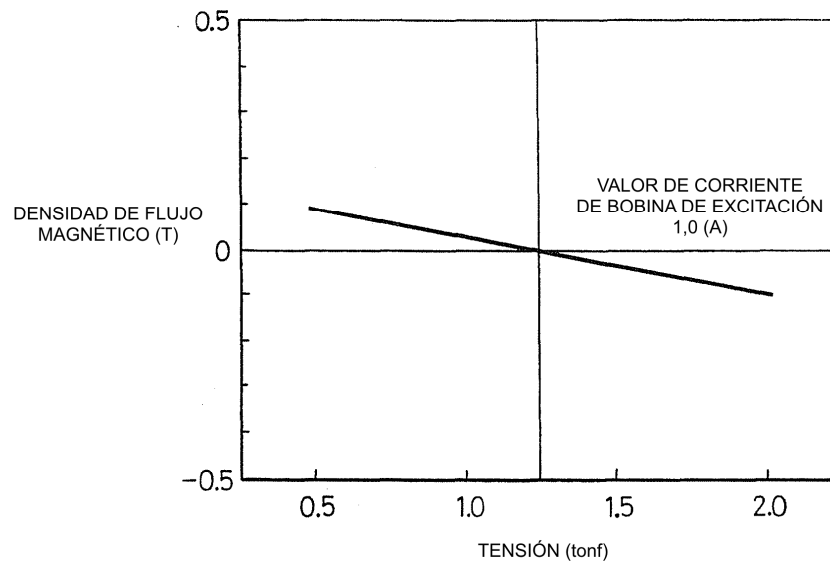


FIG.9

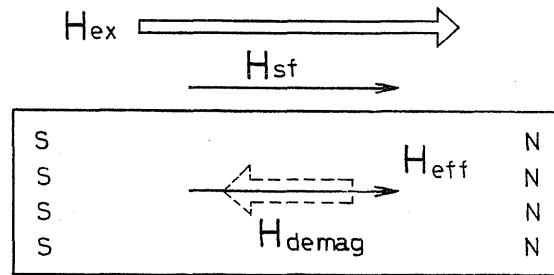


FIG.10

