(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 712 904**

(51) Int. CI.:

B60G 7/00 (2006.01)
G01L 1/18 (2006.01)
B60G 17/019 (2006.01)
G01L 1/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2015 PCT/EP2015/074086**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016 WO16078845**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2015 E 15781356 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3221680**

(54) Título: **Componente mecánico con un sensor de fuerza**

(30) Prioridad:

20.11.2014 DE 102014223657

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2019

(73) Titular/es:

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG (100.0%)
Löwentaler Strasse 20
88046 Friedrichshafen, DE

(72) Inventor/es:

HASKAMP, KLAUS;
KLANK, MICHAEL y
HOFMANN, PETER

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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

Componente mecánico con un sensor de fuerza

La invención se refiere a un componente mecánico para un vehículo que presenta una zona de medición con una superficie y con un sensor de fuerza asignado a la zona de medición para la detección de una fuerza que solicita el componente. La invención se refiere también a un uso de un sensor de fuerza especial.

Por el documento WO 2004/065926 A1 y el documento WO 2011/065921 A1 se conoce respectivamente un componente mecánico para un vehículo que presenta una zona de medición con una superficie y con un sensor de fuerza asignado a la zona de medición para la detección de una fuerza que solicita el componente, comprendiendo el sensor de fuerza una capa de nanotubos de carbono aplicada a la superficie de la zona de medición.

Del documento EP 2 524 827 A1 se deduce un estabilizador de balanceo con varillas pendulares, disponiéndose un sensor de fuerza en forma de un sensor de fuerza de cuerpo elástico, un sensor de fuerza de membrana o un sensor de fuerza piezoeléctrico, en una varilla pendular o en un elemento de unión, por ejemplo, en forma de una articulación esférica.

En la solicitud anterior de la solicitante con el número de referencia 10 2013 213 672.2, se revela un componente mecánico con un sensor de fuerza, configurándose el componente mecánico en una forma de realización preferida como un soporte pendular y configurándose el sensor de fuerza como un elemento de deformación flexoelástico que se une en arrastre de forma al soporte pendular dentro de una zona de medición. En este caso, el elemento de deformación actúa como amplificador de un esfuerzo mecánico en el soporte pendular, configurado en forma de varilla, en el que se producen principalmente esfuerzos debidos a la tracción y la presión. La compresión o la dilatación del soporte pendular resultantes de un esfuerzo debido a la presión o la tracción se transfieren al elemento de deformación configurado curvado y provocan una flexión, con lo que se refuerzan la dilatación o la compresión. La modificación mecánica del elemento de deformación, fabricado de un material magnético, está asociada a una variación en el campo magnético, lo que se puede medir y convertir en señales eléctricas. La deformación del elemento de deformación se detecta mediante un sistema de sensores adecuado, preferiblemente llevando a cabo una medición de campo magnético.

Por el documento DE 10 2011 117 519 A1 se conoce un acoplamiento de remolque con un sensor de fuerza, configurándose el sensor de fuerza preferiblemente como un calibre extensométrico y disponiéndose en la superficie del gancho de acoplamiento.

Una tarea de la presente invención consiste en aprovechar otros potenciales de la medición de fuerza en componentes mecánicos.

La tarea de la invención se resuelve mediante las características de la reivindicación de patente independiente 1. De las reivindicaciones dependientes resultan configuraciones ventajosas.

Según un primer aspecto de la invención se prevé que el sensor de fuerza se configure como una capa de Carbon Nanotubes (CNT) o nanotubos de carbono aplicada a la superficie de la zona de medición. El material Carbon Nanotubes, en lo sucesivo llamado "CNT", es en sí conocido: se trata de una estructura tubular microscópicamente pequeña de carbono. El material CNT, que se utiliza según la invención, es eléctricamente conductivo y presenta además la propiedad de modificar su resistencia eléctrica en caso de una solicitación mecánica, por ejemplo, en caso de una dilatación o compresión, como consecuencia de una aplicación de fuerza. Según la invención, este efecto se aprovecha para utilizar el material CNT como elemento sensible de un sensor de fuerza. En este caso, el material CNT se aplica como una capa a la superficie del componente solicitado. Esto tiene la ventaja de que el elemento sensible se encuentra directamente en el flujo de fuerza del componente, es decir, una dilatación o compresión del componente solicitado se transfiere directamente a la capa de CNT que se adhiere a la superficie del componente. El resultado es una medición exacta de la fuerza. También resulta ventajoso que el material CNT, contenido en un aglutinante adecuado, preferiblemente en forma de una laca, pueda colocarse fácilmente en el componente, preferiblemente mediante aplicación.

De acuerdo con una forma de realización preferida, entre la capa de CNT y la superficie del componente se dispone una capa aislante que aísla la capa de CNT eléctricamente conductiva del componente eléctricamente conductivo. Por lo tanto, la capa de CNT puede aplicarse después de la aplicación de la capa aislante.

Dado que el componente mecánico se fabrica de un material eléctricamente no conductivo, preferiblemente de plástico, la capa aislante resulta innecesaria.

Según otra forma de realización preferida, la capa de CNT eléctricamente conductiva presenta al menos un contacto de entrada y al menos un contacto de salida. Como ya se ha mencionado, la medición de la fuerza se realiza mediante la medición de la variación de la resistencia eléctrica de la capa de CNT como consecuencia de la solicitación mecánica del componente. Con especial preferencia, una corriente constante fluye a través de la capa de CNT entre los contactos, resultando, en caso de un cambio de la resistencia eléctrica, una modificación de la tensión que se puede medir y evaluar como una señal. Alternativamente, la medición también puede realizarse con una corriente variable, no constante.

Según otra forma de realización preferida, los contactos de entrada y de salida se conectan a través de conductores eléctricos a una electrónica de evaluación y a una fuente de corriente. Por medio de la electrónica de evaluación, la señal eléctrica, especialmente la señal de tensión, se convierte en una señal representativa de la solicitación medida en el componente.

De acuerdo con otra forma de realización preferida, la capa de CNT se configura como una capa de laca que se adhiere a la superficie. De este modo, el material CNT está contenido en una laca que se puede aplicar fácilmente a la zona de medición del componente y que forma allí una capa permanente y resistente.

Según la invención, el componente mecánico se configura como soporte pendular de un chasis, uniéndose el soporte pendular configurado en forma de varilla a un perno esférico a través de una articulación esférica. La capa de CNT o la capa de laca se aplican al perno esférico configurado de forma cónica. En este caso resulta la ventaja de que la fuerza de tracción o de compresión axial que actúa en el soporte pendular provoca y, por consiguiente, aumenta una tensión de flexión en el perno esférico. Por lo tanto, en la capa de CNT aplicada al perno esférico se produce una dilatación o compresión (deformación) más fuerte y, como consecuencia, una señal más intensa, es decir, es posible una medición más precisa.

Según otro aspecto de la invención se prevé el uso del material CNT como elemento sensible para un sensor de fuerza.

Se entiende que las características antes citadas de la invención no sólo se pueden utilizar en la combinación respectivamente indicada, sino también en otras combinaciones o por separado, sin abandonar el marco de la invención. En el marco de la invención también se considera la posibilidad de provocar una inversión mecánica de las funciones de los distintos elementos mecánicos de la invención.

Los ejemplos de realización de la invención se representan en el dibujo y se describen a continuación más detalladamente, pudiendo resultar otras características y/o ventajas de la descripción y/o del dibujo. Se muestra en la:

Figura 1 un sensor de fuerza según la invención con una capa de CNT en un soporte pendular,

Figura 2 una representación esquemática de capas de CNT y

Figura 3 un detalle de la figura 1 (el sensor de fuerza de la figura 1 como detalle).

La figura 1 muestra en una representación reducida un soporte pendular 1 configurado en forma de varilla que se une de forma articulada, con su extremo libre no representado, a un estabilizador de un chasis para un vehículo de motor. El soporte pendular 1, que representa un ejemplo de realización de un componente mecánico, se carga con una fuerza axial F_{Axial} y se une a un perno esférico 3 a través de una articulación esférica 2, presentando el perno esférico 3 una cabeza esférica 3a, un vástago 3b y una sección roscada 3c. A través de la sección roscada 3c, el perno esférico 3 se une firmemente, de un modo no representado, a otro componente del chasis, por ejemplo, a un puntal de suspensión. El perno esférico 3 se sujeta (visto estáticamente) en la zona de la sección roscada 3c, mientras que la fuerza axial F_{Axial} actúa sobre la cabeza esférica 3a, ejerciendo así un momento de flexión sobre el vástago 3b, así como una fuerza que actúa radialmente sobre la bola de la articulación esférica. Como consecuencia, en la zona del vástago 3b se producen tensiones de flexión compuestas por tensiones de compresión y de tracción. Deben medirse las deformaciones resultantes de las tensiones de tracción y compresión, es decir, por una parte, las dilataciones y, por otra parte, las compresiones en la zona de la superficie del vástago 3b. Las magnitudes de las tensiones de flexión en la zona del vástago 3b son considerablemente mayores que las magnitudes de las tensiones de compresión en el soporte pendular 1, resultando así un efecto de refuerzo.

Según un ejemplo de realización, una capa aislante 4 se aplica a la superficie del vástago 3b y una capa de nanotubos de carbono se aplica a la capa aislante 4. La capa de nanotubos de carbono, a continuación abreviado capa de CNT, sirve según la invención como elemento sensible o elemento sensor de un sensor de fuerza y está dotada de dos contactos eléctricos, concretamente de un contacto de entrada 6 y de un contacto de salida 7. Los contactos 6, 7 se conectan a través de conductores eléctricos (sin número de referencia) a una electrónica de evaluación 8 y ésta se conecta a través de una conexión eléctrica (sin número de referencia) a una fuente de corriente no representada. La distancia entre el contacto de entrada y el contacto de salida 6, 7 en la dirección axial del perno esférico 3 se indica con la letra x, es decir, esta zona forma la zona de medición de la capa de CNT 5 por la que fluye una corriente. Debido a la solicitación de flexión, en esta zona se producen dilataciones y compresiones relativamente fuertes que se transmiten directamente a la capa de CNT 5 que cambia así su resistencia eléctrica.

La figura 2 muestra en una representación esquemática la estructura de diferentes estructuras de CNT 9a, 9b, 9c. Como ya se sabe, el material CNT se compone de los tubos de carbono más finos en la gama de nanómetros que (como muestra la figura) se disponen hexagonalmente, es decir, forman una estructura a modo de panal. El material CNT cambia su conductividad eléctrica bajo solicitación mecánica.

La figura 3 muestra un detalle de la figura 1, caracterizado por un rectángulo discontinuo. El detalle muestra la estructura del elemento sensible según la invención para un sensor de fuerza. Para los componentes idénticos o análogos se utilizan los mismos números de referencia que en la figura 1. En primer lugar, la capa de aislamiento 4 y, a continuación, la capa de CNT 5 se aplican al componente configurado de forma cilíndrica, en este ejemplo de realización el vástago 3b. La capa de aislamiento 4 sirve para el aislamiento eléctrico de la capa de CNT 5

eléctricamente conductora con respecto al componente eléctricamente conductor 3b. La capa de CNT 5 presenta en sus dos extremos axialmente desplazados contactos eléctricos 6, 7 conectados a los conductores eléctricos 6a, 7a. Los conductores eléctricos 6a, 7a están conectados a la electrónica de evaluación 8 representada en la figura 1. La capa de CNT 5 se puede configurar preferiblemente como una capa de laca que une los componentes de CNT y que se puede aplicar fácilmente al componente 3b.

El sensor de fuerza según la invención con el elemento sensible configurado como capa de CNT 5 funciona como sigue: si la varilla pendular 1 se somete a la fuerza axial F_{Axial}, el vástago 3b sujetado del perno esférico 3 se somete a flexión, de manera que en la zona x del vástago 3b se produzca un aumento de las dilataciones (en las fibras bajo tensión) y de las compresiones (en las fibras comprimidas). Estas deformaciones se transmiten directamente a la capa de CNT 5 unida firmemente a la superficie del vástago 3b, de manera que la capa de CNT 5 también se someta a estas deformaciones. Esto da lugar a una modificación de la resistencia eléctrica de la capa de CNT 5. Debido a los contactos 6, 7, esta última es atravesada preferiblemente por una corriente constante, de manera que, al variar la resistencia eléctrica, se produzca un cambio de tensión que se aporta a la electrónica de evaluación 8 y que se utiliza como señal. En virtud de las leyes de la mecánica, con la señal eléctrica se puede calcular la fuerza axial que actúa en la varilla pendular 1. La magnitud calculada de la fuerza axial sirve como magnitud de salida para una estabilización de balanceo activa del vehículo.

Lista de referencias

1	Soporte pendular
2	Articulación esférica
3	Perno esférico
3a	Cabeza esférica
3b	Vástago
3c	Sección roscada
4	Capa de aislamiento
5	Capa de CNT
6	Contacto de entrada
6a	Conductor eléctrico
7	Contacto de salida
7a	Conductor eléctrico
8	Electrónica de evaluación
9a	Estructura de CNT
9b	Estructura de CNT
9c	Estructura de CNT
x	Zona de medición
F_{Axial}	Fuerza axial

REIVINDICACIONES

1. Componente mecánico para un vehículo que presenta una zona de medición con una superficie y con un sensor de fuerza asignado a la zona de medición para la detección de una fuerza que solicita el componente, comprendiendo el sensor de fuerza una capa (5) de nanotubos de carbono, en adelante denominada capa de CNT (5), aplicada a la superficie de la zona de medición (x), caracterizado por que el componente mecánico se configura como soporte pendular (1) de un chasis, uniéndose el soporte pendular (1) a través de una articulación esférica (2) a un perno esférico (3) que presenta un vástago (3b) y aplicándose la capa de CNT (5) al vástago (3b) configurado cónicamente del perno esférico (3).

2. Componente mecánico según la reivindicación 1, caracterizado por que entre la capa de CNT (5) y la superficie del componente (3b) se dispone una capa de aislamiento (4).

3. Componente mecánico según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la capa de CNT (5) forma una conexión eléctricamente conductiva y presenta al menos un contacto de entrada (6), así como al menos un contacto de salida (7).

4. Componente mecánico según la reivindicación 3, caracterizado por que los contactos de entrada y de salida (6, 7) se conectan a una electrónica de evaluación (8) y a una fuente de corriente a través de conductores eléctricos (6a, 7a).

5. Componente mecánico según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la capa de CNT (5) se configura como capa de laca que se adhiere a la superficie del componente (3b).

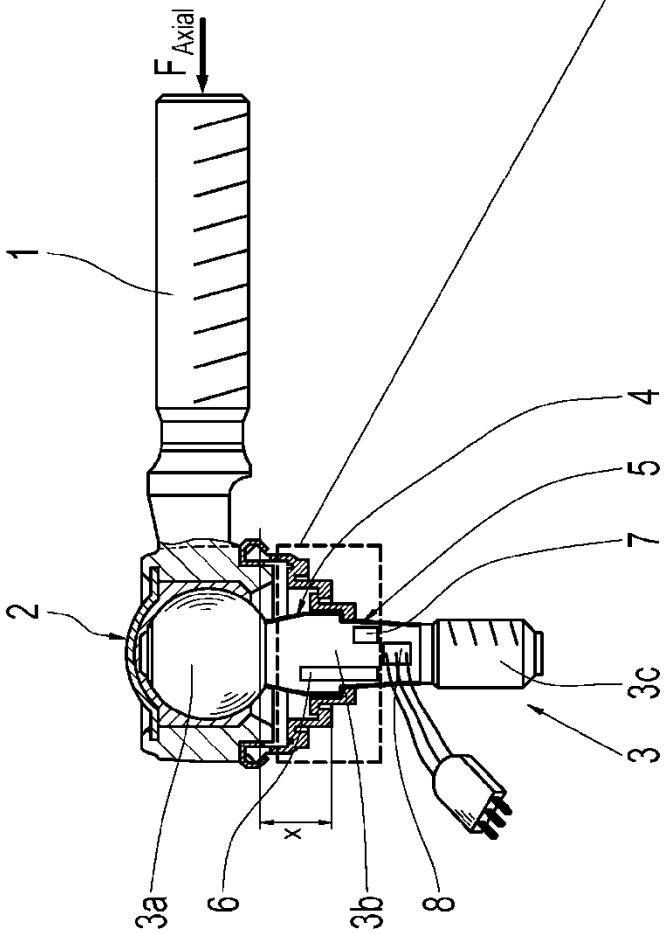

Fig. 1

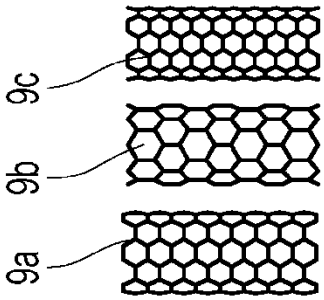

Fig. 2

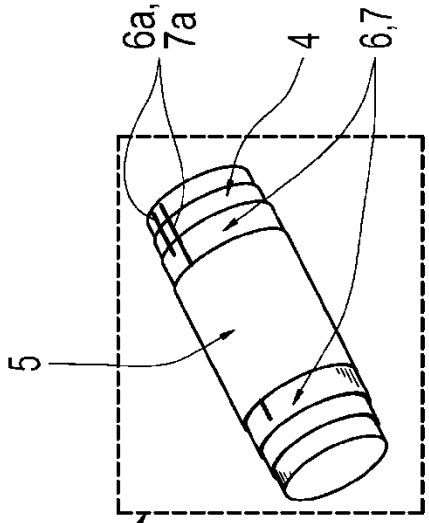

Fig. 3