



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 744**

51 Int. Cl.:
A61B 5/11 (2006.01)
G01L 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07819256 .4**
96 Fecha de presentación : **21.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2086409**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.08.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivos para medir una torsión de una parte del cuerpo.**

30 Prioridad: **02.11.2006 DE 10 2006 051 742**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.03.2011

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Goldbeck, Dirk, David;**
Happel, Tobias y
L'Henoret, Benjamin

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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).

DESCRIPCION

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA MEDIR UNA TORSIÓN DE UNA PARTE DEL CUERPO

La presente invención se ocupa de un procedimiento, dispositivos y una aplicación del correspondiente dispositivo para medir una torsión de un cuerpo con ayuda de sensores de flexión.

Por una patente estadounidense [1] se sabe que puede utilizarse un sensor de flexión de fibra óptica para medir una flexión de un dedo. Además se indican en otra patente estadounidense [2], además de diversos sensores de flexión de fibra óptica, también un sensor de fibra óptica según las figuras 18-22, con el que puede medirse una torsión. El sensor correspondiente está configurado para medir la torsión, tal que puede medirse una variación de la transmisión cuando hay una torsión. No obstante el sensor indicado en [2] tiene el inconveniente de que cuando se produce una flexión, es decir, un doblado, se indica una torsión. Además, cuando hay simultáneamente flexión y torsión, se mide incorrectamente la torsión. Con ayuda de las figuras 1A-C se describirá más en detalle este inconveniente.

En la figura 1A puede observarse una vista oblicua de un lazo de un sensor de flexión de fibra óptica, en el que la luz LI que penetra se acopla a la fibra y tras pasar por el lazo, la luz saliente LO sale de la fibra. La luz saliente LO es procesada por ejemplo mediante un fotodiodo o sensor sensible a la luz. La relación entre la luz que sale y la que entra LO/LI indica una atenuación a través de todo el lazo de fibras. En la fibra se encuentran dos zonas E1, E2 con las correspondientes muescas, modificándose en función del radio del doblado en la zona de la correspondiente muesca la correspondiente transmisión de la luz que penetra. Una de las zonas está situada sobre la cara superior y la otra zona sobre la cara inferior de la fibra. En la sección A'---A puede observarse la posición de las zonas E1, E2. Cuando se acopla L = 100 % de luz en un punto (1), entonces se atenúa por ejemplo un 80% de la misma a través de la zona E1, es decir, en el punto (2) la potencia de la luz es un 80% de LI. A través de la zona E2 se atenúa también un 80% de la potencia de la luz que entra en esta zona, con lo que en el punto (3) rige para la luz saliente:

$$LO = 80\% * 80\% * LI = 0,64 * LI$$

La figura 1A corresponde a la situación de las figuras 18 – 22 del documento [2]. En la figura 1A se encuentra el sensor de torsión en su posición básica.

Cuando se produce torsión, se tuercen las zonas E1, E2 respecto a los lugares en los que se acopla o desacopla la luz. Esto puede observarse en la sección B'---B. Aquí crece o decrece en ambas zonas E1, E2 la atenuación o bien la transmisión de la luz en la misma medida, en función del sentido de la torsión. Si se acopla en el punto (4) LI = 100% de luz, entonces en el punto (5) es aún un 90% y en el punto (6) 90% * 90%, con lo que resulta para la luz saliente:

$$LO = 90\% * 90\% * LI = 0,81 * LI$$

Si la torsión es en un sentido contrario al de este ejemplo, esto significa que la atenuación crece en las zonas E1, E2 respecto a en la posición básica, con lo que resulta para la luz saliente LO:

$$LO = 60\% * 60\% * LI = 0,36 * LI$$

Puesto que la fibra es elástica, puede suponerse que los radios de flexión que resultan en una torsión son casi idénticos en las zonas E1, E2, con lo que también la atenuación o transmisión de la luz es casi idéntica.

Finalmente se considera en la figura 1C el caso de que el lazo no está sometido a torsión, sino a una flexión, es decir, doblado. En la figura 1C está doblado el lazo hacia abajo. Esto se refleja también en la correspondiente sección C'---C. Entonces resulta la atenuación en la zona E1 mayor y en la zona E2 menor que en la posición básica según la figura 1A. Si la luz que entra en el punto (7) LI = 100% se atenúa a través de la zona E1 en un 45%, es decir, en el punto (8) la potencia de la luz sólo es del 55%, entonces la potencia de la luz en el punto (9) sólo puede ser del 55% o menos, ya que la zona E2 realiza también una atenuación de la luz, es decir, no puede realizar compensación alguna de la luz atenuada a través de la zona E1. En este ejemplo es $LO = 0,45 * LI$, con lo que se detecta una torsión, ya que LO/LI es inferior a en la posición básica, es decir, 64%.

Con ello se observa que el sensor de torsión propuesto en [2], cuando hay una flexión del sensor, mide también torsión, aún cuando no exista torsión alguna. El mismo inconveniente resulta además cuando se presentan a la vez torsión y flexión, es decir, doblado, detectándose incorrectamente en este caso la torsión, debido a la influencia de la flexión sobre el resultado de la medición.

En un documento WO 00/35345 se presenta un método y un dispositivo para vigilar vicios de postura de la columna vertebral.

Con ello se formula la tarea a resolver como indicación de un procedimiento y un dispositivo que detectan fiablemente una torsión con ayuda de sensores de flexión incluso cuando exista flexión.

Esta tarea se resuelve mediante las reivindicaciones independientes. Perfeccionamientos de la invención pueden tomarse de las reivindicaciones dependientes.

5 La invención se refiere a un procedimiento para medir la torsión de un cuerpo con ayuda de sensores de flexión, estando alojados los sensores de flexión sobre una superficie del cuerpo, con las siguientes etapas:

10 Medición de la flexión correspondiente que se presenta debido a la torsión de los sensores de flexión mediante una primera señal de flexión del primer sensor de flexión y una segunda señal de flexión del segundo sensor de flexión;

Determinación de una señal de flexión característica de la torsión sustrayendo la primera señal de flexión de la segunda señal de flexión.

15 En función del sentido de la torsión, es diferente el doblado de los sensores de flexión alojados por ejemplo en el lado izquierdo y en el lado derecho de un eje de torsión del cuerpo. Los dos sensores de flexión aportarán por lo tanto señales de flexión, es decir, valores de transmisión de distinta magnitud en sensores de flexión de fibra óptica. Mediante la combinación de la primera señal de flexión con la segunda señal de flexión mediante sustracción, se logra que solamente se mida el movimiento de torsión, ya que una parte de un movimiento de flexión se elimina mediante la sustracción de ambas señales de flexión. Por ejemplo puede utilizarse como sensor de flexión un sensor de flexión de fibra óptica, pudiendo alojarse el primer sensor de flexión a la izquierda y el segundo sensor de flexión a la derecha de la columna vertebral sobre la espalda. Los sensores de flexión aportan, según el sentido de la flexión, distintas señales de flexión. Así por ejemplo debido a un doblado del sensor de flexión de fibra óptica en una dirección, aumentará la atenuación de la luz característica de la flexión, y por el contrario un doblado en el otro sentido provoca un descenso de la atenuación de la luz.

25 Preferiblemente el doblado que se presenta de la primera y segunda señal de flexión en el mismo sentido espacial provoca, tanto en la primera como también en la segunda señal de flexión, un aumento o reducción. De esta manera se logra que pueda medirse la torsión mediante la señal de flexión característica de manera fiable.

30 En un perfeccionamiento ventajoso se miden antes de realizar la torsión una primera señal básica de flexión del primer sensor de flexión y una segunda señal básica de flexión del segundo sensor de flexión, se crea una señal básica característica de flexión mediante sustracción de la primera y de la segunda señal básica de flexión y tras realizar la torsión se sustrae la señal básica característica de flexión de la señal característica de flexión averiguada.

35 Con este perfeccionamiento se logra que en estado de reposo, es decir, antes de la torsión del cuerpo, la señal característica de flexión sea cero y con ello se eviten imprecisiones de medida de la torsión debido a la falta de calibrado de la señal característica de flexión en estado de reposo.

Además, es también parte de la invención un procedimiento alternativo para medir una torsión de un cuerpo con ayuda de sensores de flexión, estando dispuestos los sensores de flexión sobre una superficie del cuerpo, con las siguientes etapas:

40 Medición de la correspondiente flexión que resulta debido a la torsión en los sensores de flexión mediante una primera señal de flexión del primer sensor de flexión y mediante una segunda señal de flexión del segundo sensor de flexión, provocando la flexión del primer y el segundo sensor de flexión en la misma dirección espacial un incremento de la primera señal de flexión y un descenso de la segunda señal de flexión;

45 determinación de una señal de flexión característica de la torsión mediante adición de la primera señal de flexión y la segunda señal de flexión.

Aquí pueden alcanzarse las mismas ventajas que en el procedimiento descrito, realizándose en el procedimiento alternativo solamente la generación de la señal de flexión característica de la torsión en lugar de mediante sustracción con una adición.

50 Preferiblemente se generan en el procedimiento alternativo antes de realizar la torsión una primera señal básica de flexión del primer sensor de flexión y una segunda señal básica de flexión del segundo sensor de flexión, una señal básica característica de flexión mediante adición de la primera y la segunda señal básica de flexión y, tras realizarse la torsión, se sustrae la señal básica característica de flexión de la señal característica de flexión averiguada. Aquí las ventajas que pueden lograrse son análogas a en el procedimiento anterior.

55 En un perfeccionamiento ventajoso de ambos procedimientos pueden emplearse sensores de flexión alojados sobre la superficie del cuerpo casi en paralelo al eje de la torsión. Con ello pueden

medirse con una buena precisión las señales de flexión representativas de la torsión y con ello la propia torsión. Bajo casi en paralelo ha de entenderse en el marco de esta invención que también pequeñas desviaciones de la disposición en paralelo, como por ejemplo ± 1 cm o inferiores, han de considerarse como en paralelo.

Si se utilizan preferiblemente los sensores de flexión que presentan la correspondiente zona sensible con la correspondiente extensión espacial local en la dirección del eje, entonces pueden evitarse imprecisiones puntuales en la medición de la correspondiente flexión, ya que las señales de flexión representan la correspondiente flexión a lo largo de una zona local del cuerpo. Además, provoca la configuración en la correspondiente extensión espacial local en la dirección del eje que ya pequeños movimientos de torsión puedan medirse mediante los sensores de flexión.

Preferiblemente se crea un ángulo de torsión perteneciente a la torsión mediante la señal de flexión característica en base a una función de conversión. De esta manera puede describirse la torsión de manera sencilla mediante el ángulo de torsión. La función de conversión indica entonces la relación de la señal característica de flexión con el correspondiente ángulo de torsión. Esta relación es por ejemplo lineal o compensa faltas de linealidad de los sensores de flexión, por ejemplo poco antes de la máxima flexión de los sensores de flexión.

Preferiblemente se miden pares de primeras y segundas señales de flexión a lo largo del tiempo y se averigua la evolución en el tiempo de la torsión generando la correspondiente señal característica de flexión de los correspondientes pares de la primera y la segunda señal de flexión. Con ello puede representarse de manera sencilla un dictamen sobre el movimiento de torsión a lo largo del tiempo. Esto es importante por ejemplo para poder detectar evoluciones desfavorables del movimiento, por ejemplo de la espalda de un paciente.

Además, puede realizarse para ambos procedimientos citados, antes de averiguar la señal de flexión característica, una ponderación de las correspondientes señales de flexión, para compensar por ejemplo resultados de medida desiguales de los sensores de flexión para una flexión idéntica.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención se configuran el cuerpo como espalda de un paciente y el eje como columna vertebral del paciente. Precisamente al medirse la torsión de la columna vertebral pueden utilizarse adecuadamente una o varias de las etapas de procedimiento precedentes.

Preferiblemente se utilizan sensores de flexión, configurados como sensores de flexión de fibra óptica. Éstos presentan la ventaja de que no son sensibles a la radiación electromagnética ni emiten por sí mismos esta radiación. Además, los sensores de flexión de fibra óptica tienen reducido peso y son económicos de fabricar, con lo que pueden utilizarse adecuadamente para la medición de la columna vertebral en un mercado en serie.

La invención se refiere además a un dispositivo para medir la torsión de un cuerpo con los siguientes medios:

Primer sensor de flexión y segundo sensor de flexión, dispuestos en una superficie del cuerpo;

medios de medición para medir la flexión correspondiente que se presenta mediante la torsión en los sensores de flexión mediante una primera señal de flexión del primer sensor de flexión y mediante una segunda señal de flexión del segundo sensor de flexión;

medios de evaluación para determinar una señal de flexión característica de la torsión sustrayendo la primera señal de flexión de la segunda señal de flexión.

Preferiblemente están dispuestos el primer y el segundo sensor de flexión tal que la flexión que se presenta en el primer y en el segundo sensor de flexión en una misma dirección espacial provoca un aumento o una reducción de la primera y la segunda señal de flexión.

En un perfeccionamiento del dispositivo puede medir el medio de medida antes de realizarse la torsión una primera señal básica de flexión del primer sensor de flexión y una segunda señal básica de flexión del segundo sensor de flexión y crear el medio de evaluación para una señal básica característica de flexión mediante sustracción de la primera y de la segunda señal básica de flexión y sustraer la señal básica característica de flexión de la señal característica de flexión averiguada.

Mediante las precedentes características del dispositivo pueden lograrse las mismas ventajas que mediante las características del procedimiento que corresponden a las mismas.

El dispositivo puede caracterizarse además porque el primer y el segundo sensor de flexión están configurados como respectivos sensores de flexión de fibra óptica con la correspondiente zona sensible, estando configuradas las zonas sensibles en una transición entre el núcleo y la envoltura del correspondiente sensor de flexión tal que las zonas sensibles están orientadas en una misma dirección espacial, en particular perpendicularmente hacia el cuerpo o perpendicularmente desde el cuerpo. Mediante esta configuración específica de las zonas sensibles de los sensores de flexión se logra una

elevada sensibilidad en la medición de las flexiones de los sensores de flexión que resultan debido a la torsión.

Además es parte de la invención un dispositivo alternativo para medir la torsión de un cuerpo con los siguientes medios:

- 5 Un primer sensor de flexión y un segundo sensor de flexión dispuestos sobre una superficie del cuerpo, provocando la flexión del primer y del segundo sensor de flexión en la misma dirección espacial un aumento de una primera señal de flexión y una reducción de una segunda señal de flexión;
- 10 un medio de medida para medir la correspondiente flexión que se presenta debido a la torsión en los sensores de flexión mediante una primera señal de flexión del primer sensor de flexión y mediante una segunda señal de flexión del segundo sensor de flexión;
- 15 medios de evaluación para averiguar una señal de flexión característica de la torsión mediante adición de la primera señal de flexión y la segunda señal de flexión.
- Este dispositivo alternativo se caracteriza ventajosamente porque el medio de medida, antes de realizarse la torsión, mide una primera señal básica de flexión del primer sensor de flexión y una segunda
- 20 señal básica de flexión del segundo sensor de flexión y porque el medio de evaluación está configurado para crear una señal básica característica de flexión mediante adición de la primera y la segunda señal básica de flexión y para sustraer la señal básica característica de flexión de la señal de flexión característica averiguada.
- Preferiblemente están alojados los sensores de flexión en la superficie del cuerpo casi en
- 25 paralelo al eje de la torsión.
- En un perfeccionamiento pueden presentar los sensores de flexión la correspondiente zona sensible, estando dispuestas las zonas sensibles con la correspondiente extensión espacial local en la dirección del eje.
- En un perfeccionamiento ventajoso puede crear el medio de evaluación un ángulo de torsión
- 30 perteneciente a la torsión mediante la señal característica de flexión en base a una función de conversión.
- Preferiblemente puede medir el medio de medida el correspondiente par de primeras y segundas señales de flexión a lo largo del tiempo y averiguar el medio de evaluación la evolución en el tiempo de la torsión generando la correspondiente señal característica de flexión de los correspondientes pares de la primera y segunda señal de flexión.
- 35 En un perfeccionamiento opcional del correspondiente dispositivo, están configurados el cuerpo como espalda de un paciente y el eje como columna vertebral del paciente.
- Preferiblemente se utilizan en el correspondiente dispositivo sensores de flexión configurados como sensores de flexión de fibra óptica.
- Mediante las características precedentes del dispositivo o bien de un dispositivo alternativo,
- 40 pueden lograrse las mismas ventajas que mediante las características del procedimiento correspondientes a las mismas.
- Finalmente incluye la invención la utilización del dispositivo o bien del dispositivo alternativo con al menos una de las características del dispositivo precedentes, utilizándose el dispositivo o bien el dispositivo alternativo para medir la torsión de una parte del cuerpo humano, en particular de la espalda con la columna vertebral como eje de la torsión.
- El procedimiento o bien los dispositivos pueden utilizarse de manera especialmente eficiente para medir la torsión de la columna vertebral, ya que el correspondiente dispositivo puede fabricarse económicamente para un mercado en serie, puede llevarse sin problemas sobre la espalda del paciente y no emite ninguna radiación peligrosa para el paciente.
- 45 La invención y sus perfeccionamientos se describirán más en detalle en base a figuras. En detalle muestran las figuras:
- figura 1 un sensor de torsión conocido por el estado de la técnica
- figura 2 una curva característica de un sensor de flexión de fibra óptica con una variación de la transmisión a lo largo de un radio de flexión
- 50 figura 3 un paciente para el que ha de averiguarse, con ayuda de dos sensores de flexión, una torsión de la columna vertebral
- figura 4 la evolución en el tiempo de los correspondientes valores de transmisión de ambos sensores de flexión

figura 5 una asociación a modo de ejemplo de un ángulo de torsión a un valor de transmisión característico de la torsión

figura 6 dispositivo para realizar el procedimiento.

Los elementos con la misma función y forma de actuación se han dotado en las figuras de las mismas referencias.

Los siguientes ejemplos de ejecución se describirán más en detalle en base a sensores de flexión de fibra óptica para medir la torsión de una columna vertebral. No obstante, la invención no se limita a ello. Más bien puede utilizarse cualquier tipo de sensores de flexión, por ejemplo un sensor de flexión piezoeléctrico, para medir cualquier cuerpo, por ejemplo una placa de vidrio o un dado de madera. En los siguientes ejemplos de ejecución para medir la torsión con sensores de flexión de fibra óptica se utilizará por lo tanto como primera y segunda señal de flexión el concepto de un primer y un segundo valor de transmisión respectivamente y como señal característica de flexión se utilizará la expresión valor de transmisión característico, sin que la invención deba quedar limitada a esta ejecución concreta.

Los sensores de flexión de fibra óptica se conocen por ejemplo por [1]. Al respecto se practican a lo largo de una zona de las fibras muescas en las fibras, modificándose cuando varía un radio de flexión de las fibras en esta zona la transmisión de la luz que atraviesa las fibras en función del radio de flexión. Si el radio de flexión R es infinito, esto significa que las fibras no tienen flexión alguna en la zona y con ello resulta $1/R = 0$, con lo que resulta una transmisión básica; ver la figura 2 al principio. Si ahora se dobla la fibra en un sentido, entonces se desacopla más luz que en el estado de la fibra sin flexión, con lo que se reduce la transmisión respecto a la transmisión básica; ver la figura 2 en el tramo izquierdo de las abscisas $1/R$ respecto al punto de origen. Esto significa que una transmisión diferencial ΔT es menor que cero, $\Delta T < 0$. Si se dobla la fibra en el otro sentido, entonces se aproximan las muescas, con lo que se desacopla menos luz en la zona y con ello aumenta la transmisión respecto a la transmisión básica; ver la figura 2 en el lado derecho de las abscisas $1/R$ respecto al origen. Esto significa que una transmisión diferencial ΔT es mayor que cero, $\Delta T > 0$. A continuación se entiende como sensor de flexión un sensor de flexión de fibra óptica según la indicación anterior. La transmisión puede representarse así en función del radio R de la flexión de la zona.

Para medir la torsión de una espalda, es decir, de un cuerpo K de un paciente P , se fijan en cada caso a la izquierda y a la derecha de la columna vertebral WI , que representa uno de los ejes A de la torsión, un primer sensor de flexión $B1$ y un segundo sensor de flexión $B2$. En el ejemplo de ejecución correspondiente a la figura 3 se alojan los sensores de flexión en cada caso casi en paralelo a la columna vertebral. Bajo casi en paralelo ha de entenderse en el marco de esta invención que también pequeñas desviaciones respecto a la configuración en paralelo deben entenderse como en paralelo, como por ejemplo ± 1 cm. Según estas explicaciones, se encuentran las muescas, es decir, las zonas sensibles $Z1$, $Z2$ de ambos sensores de flexión, en relación con el plano de la espalda, orientadas en la dirección de la espalda o en la dirección alejándose de la espalda, es decir, en la misma dirección espacial. En la figura 3 están dispuestas las muescas en la dirección que se aleja de la espalda.

Una vez que el paciente ha realizado un movimiento de torsión de su espalda y con ello de su columna vertebral, se averigua la correspondiente transmisión en forma de un primer y un segundo valor de transmisión $T1$, $T2$ del primer y segundo sensores de flexión $B1$, $B2$. Si se realiza esta averiguación continuamente a lo largo del tiempo t , entonces resulta un perfil de transmisión del primer y del segundo valor de transmisión $T1$, $T2$ por ejemplo según la figura 4.

Para averiguar la torsión, se averigua a partir del primer y del segundo valor de transmisión $T1$, $T2$ un valor de transmisión CT característico de la torsión mediante la siguiente ecuación (1):

$$CT = T1(B1) - T2(B2) \quad (1)$$

La magnitud del valor característico de la transmisión CT es una medida de la magnitud de la torsión y el signo del valor característico de transmisión CT indica la dirección de la torsión. Si se encuentra el primer sensor de flexión $B1$ a la izquierda y el segundo sensor de flexión $B2$ a la derecha de la columna vertebral, es decir, del eje A de la torsión, entonces muestra la siguiente tabla la dirección de la torsión, indicándose la dirección en la figura 2 mediante las correspondientes flechas L o bien R :

Signo del valor característico de la transmisión CT	Sentido de la torsión
$CT > 0$	a izquierdas L
$CT < 0$	a derechas R

En una ampliación opcional, se realiza antes de realizar la medición de la torsión un calibrado del valor característico de la transmisión CT, con lo que éste en una posición de la parte del cuerpo sin torsión indica el valor 0. Para ello puede realizarse una medición de un primer y un segundo valor de la señal básica de flexión BT1, BT2 o de transmisión antes de la torsión, a partir de los cuales se determina primeramente según la ecuación (1) un valor de calibrado, es decir, una señal básica característica de flexión BCT, es decir

$$BCT = BT1(B1) - BT2(B2) \quad (2)$$

Al medir la torsión tras un movimiento de torsión se resta la señal básica característica de flexión BCT de la diferencia entre el segundo y el primer valor de transmisión T2, T1, para obtener en el estado de reposo de la espalda el valor cero de la torsión. Esto puede describirse mediante la siguiente ecuación (3):

$$CT = T1(B1) - T2(B2) - BCT \quad (3)$$

Además, puede asignarse al valor característico de transmisión CT un ángulo de torsión TR, pudiendo determinarse mediante la magnitud del valor característico de transmisión CT la magnitud del ángulo de torsión TR y mediante el signo del valor característico de transmisión CT el signo o bien la dirección del ángulo de torsión TR. La figura 5 muestra a modo de ejemplo una función de conversión UF, con la que puede transformarse la magnitud del valor característico de transmisión CT en la magnitud del ángulo de torsión TR. Esta función de conversión ha de adaptarse a las particularidades específicas de los sensores de flexión utilizados. En el ejemplo de la figura 5 la magnitud del valor característico de la transmisión CT y la magnitud del ángulo de torsión TR son linealmente dependientes entre sí. En general puede realizarse con ayuda de la función de conversión una linealización del valor característico de transmisión CT en el ángulo de torsión. En este ejemplo el signo del ángulo de torsión es idéntico al signo del valor característico de transmisión CT.

Además del cálculo de la torsión o bien del ángulo de torsión para un par de primeros y segundos valores de transmisión, pueden averiguarse y emitirse la torsión y el ángulo de torsión también a lo largo del tiempo, por ejemplo en un display. Entonces se averigua para cada par de primeros y segundos valores de transmisión medidos a lo largo del tiempo la torsión o bien el ángulo de torsión y se representa a lo largo del tiempo en forma de un gráfico o tabla.

La figura 6 muestra un dispositivo para medir la torsión de una parte del cuerpo con ayuda de sensores de flexión, estando configurados los sensores de flexión como sensores de flexión de fibra óptica, con un medio de medida para medir un primer valor de transmisión del primer sensor de flexión y un segundo valor de transmisión del segundo sensor de flexión tras un movimiento de torsión y con un medio de evaluación para averiguar un valor de transmisión característico de la torsión sustrayendo el primer valor de transmisión del segundo valor de transmisión. Además puede estar configurado el medio de medida y/ o el medio de evaluación para ejecutar el procedimiento según al menos una ampliación. El medio de medida y/o el medio de evaluación pueden estar configurados en software, hardware y/o en una combinación de software y hardware.

La invención se ha descrito más en detalle en base a ejemplos de ejecución. Además de las formas de ejecución mostradas, han de entenderse en el marco de la invención también variaciones. Por ejemplo puede averiguarse la señal característica de flexión sustrayendo la primera señal de flexión de la segunda señal de flexión. Además, puede estar orientada la correspondiente zona sensible de los sensores de flexión, es decir, aquella dirección espacial en la que puede medirse una flexión mediante los sensores de flexión, en direcciones espaciales opuestas, con lo que la señal característica de flexión puede averiguarse sumando la primera y la segunda señal de flexión. Las variantes mostradas en los ejemplos pueden utilizarse también en combinación.

Bibliografía

[1] US 5,097,252

[2] US 6,127,672

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para medir la torsión de un cuerpo (K) con ayuda de sensores de flexión (B1, B2), estando dispuestos los sensores de flexión sobre una superficie del cuerpo (K),
con las siguientes etapas:
 5 medición de la flexión que se presenta en cada caso debido a la torsión en los sensores de flexión (B1, B2) mediante una primera señal de flexión (T1) del primer sensor de flexión (B1) y mediante una segunda señal de flexión (T2) del segundo sensor de flexión (B2), provocando la flexión del primer y segundo sensor de flexión (B1, B2) en la misma dirección espacial un aumento de la primera señal de flexión (T1) y una reducción de la segunda señal de flexión (T2);
 10 averiguación de una señal de flexión (CT) característica de la torsión, sumando la primera señal de flexión (T1) y la segunda señal de flexión (T2).
 2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado porque antes de realizarse la torsión se miden una primera señal básica de flexión (BT1) del primer sensor de flexión (B1) y una segunda señal básica de flexión (BT2) del segundo sensor de flexión (B1),
 15 se crea una señal básica característica de flexión (BCT) sumando la primera y la segunda señal básica de flexión (BT1, BT2),
 tras realizarse la torsión, se sustrae la señal básica característica de flexión (BCT) de la señal característica de flexión (CT) calculada.
 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado porque se utilizan sensores de flexión (B1, B2) que están alojados sobre la superficie del cuerpo (K) casi en paralelo al eje (A) de la torsión.
 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado porque se utilizan sensores de flexión (B1, B2) que presentan la correspondiente zona sensible (Z1, Z2) con la correspondiente extensión espacial en la dirección del eje (A).
 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado porque se crea un ángulo de torsión (TR) perteneciente a la torsión mediante la señal característica de flexión (CT) sobre la base de una función de conversión (UF).
 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
 30 **caracterizado porque** se mide el correspondiente par de primeras y segundas señales de flexión (T1, T2) a lo largo del tiempo (t),
 se averigua la evolución en el tiempo de la torsión generando la correspondiente señal característica de flexión (CT) de los correspondientes pares de la primera y segunda señal de flexión (T1, T2).
 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
 35 **caracterizado porque** el cuerpo (K) está configurado como espalda de un paciente y el eje (A) como columna vertebral del paciente.
 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado porque se utilizan sensores de flexión configurados como sensores de flexión de fibra óptica.
 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizado porque antes de averiguar la señal característica de flexión, se realiza una ponderación de las correspondiente señales de flexión.
 10. Dispositivo (V) para medir la torsión de un cuerpo (K),
 con los siguientes medios:
 45 primer sensor de flexión (B1) y segundo sensor de flexión (B2), dispuestos sobre una superficie del cuerpo (K), provocando la flexión del primer y del segundo sensor de flexión (B1, B2) en una misma

dirección espacial un aumento de una primera señal de flexión (T1) y una reducción de una segunda señal de flexión (T2);

medios de medida (M1) para medir la correspondiente flexión que se presenta en los sensores de flexión (B1, B2) debido a la torsión mediante una primera señal de flexión (T1) del primer sensor de flexión (B1) y mediante una segunda señal de flexión (T2) del segundo sensor de flexión (B2);

medios de evaluación (M2) para averiguar una señal de flexión (CT) característica de la torsión sumando la primera señal de flexión (T1) y la segunda señal de flexión (T2).

11. Dispositivo (V) según la reivindicación 10,

caracterizado porque el medio de medida (M1) mide, antes de realizar la torsión, una primera señal básica de flexión (BT1) del primer sensor de flexión (B1) y una segunda señal básica de flexión (BT2) del segundo sensor de flexión (B1);

el medio de evaluación (M2) sirve para crear una señal básica característica de flexión (BCT) sumando la primera y la segunda señal básica de flexión (BT1, BT2) y para sustraer la señal básica característica de flexión (BCT) de la señal característica de flexión averiguada (CT).

12. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 11,

caracterizado porque los sensores de flexión (B1, B2) están alojados en la superficie del cuerpo (K) casi en paralelo al eje (A) de la torsión.

13. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 12,

caracterizado porque los sensores de flexión (B1, B2) presentan la correspondiente zona sensible (Z1, Z2), estando dispuestas las zonas sensibles (Z1, Z2) con la correspondiente extensión espacial local en la dirección del eje (A).

14. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 13,

caracterizado porque el medio de evaluación (M2) crea un ángulo de torsión (TR) perteneciente a la torsión mediante la señal característica de flexión (CT) en base a una función de conversión (UF).

15. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 14,

caracterizado porque el medio de medida (M1) mide el correspondiente par de primeras y segundas señales de flexión (T1, T2) a lo largo del tiempo (t),

el medio de evaluación (M2) averigua la evolución en el tiempo de la torsión generando la correspondiente señal característica de flexión (CT) de los correspondientes pares de la primera y segunda señal de flexión (T1, T2).

16. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 15,

caracterizado porque el cuerpo (K) está configurado como espalda de un paciente y el eje (A) como columna vertebral del paciente.

17. Dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 16,

caracterizado porque se utilizan sensores de flexión configurados como sensores de flexión de fibra óptica.

18. Utilización del dispositivo (V) según una de las reivindicaciones 10 a 17,

caracterizada porque se utiliza el dispositivo para medir la torsión de una parte del cuerpo humano, en particular de la espalda con la columna vertebral como eje de la torsión.

FIG 1A Estado de la técnica

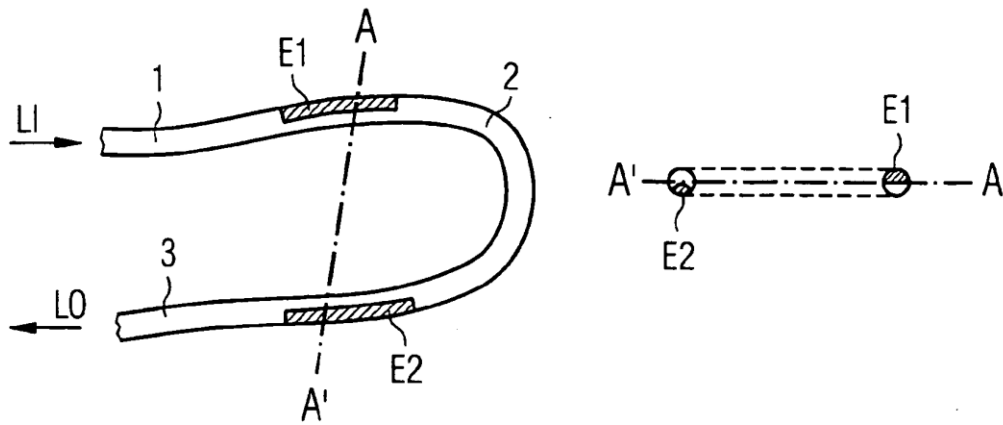


FIG 1B Estado de la técnica

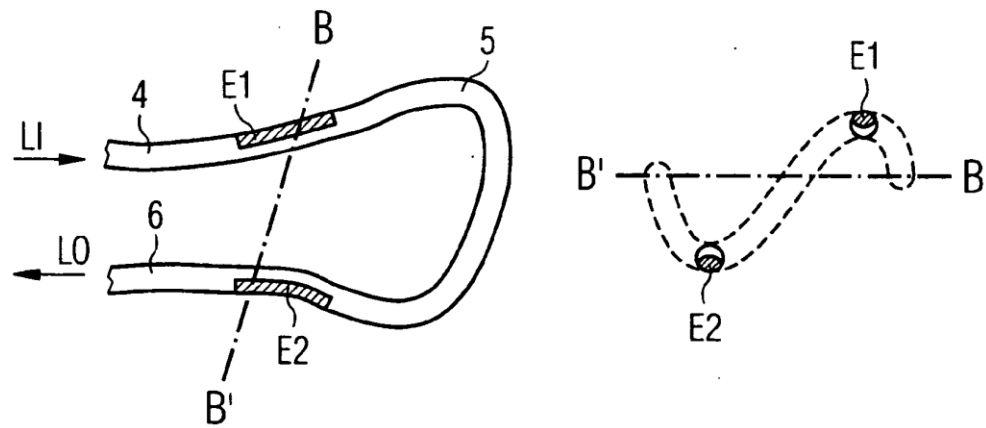


FIG 1C Estado de la técnica

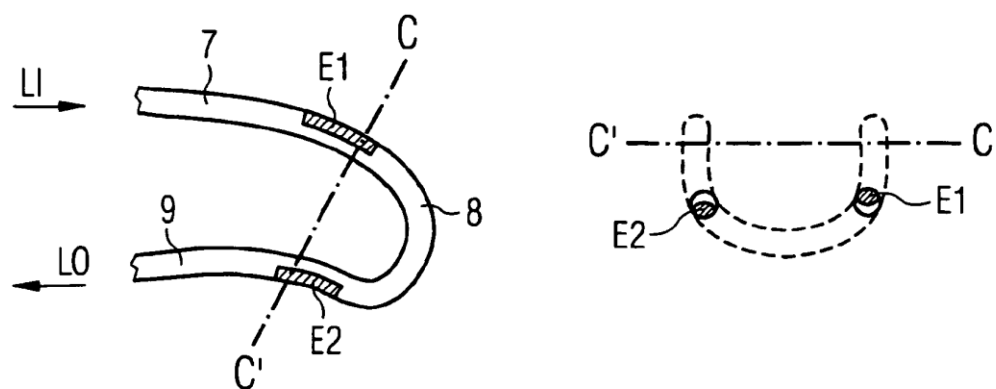


FIG 2

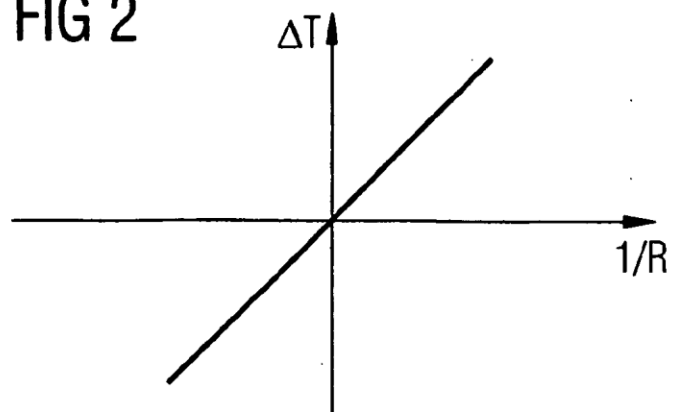


FIG 3

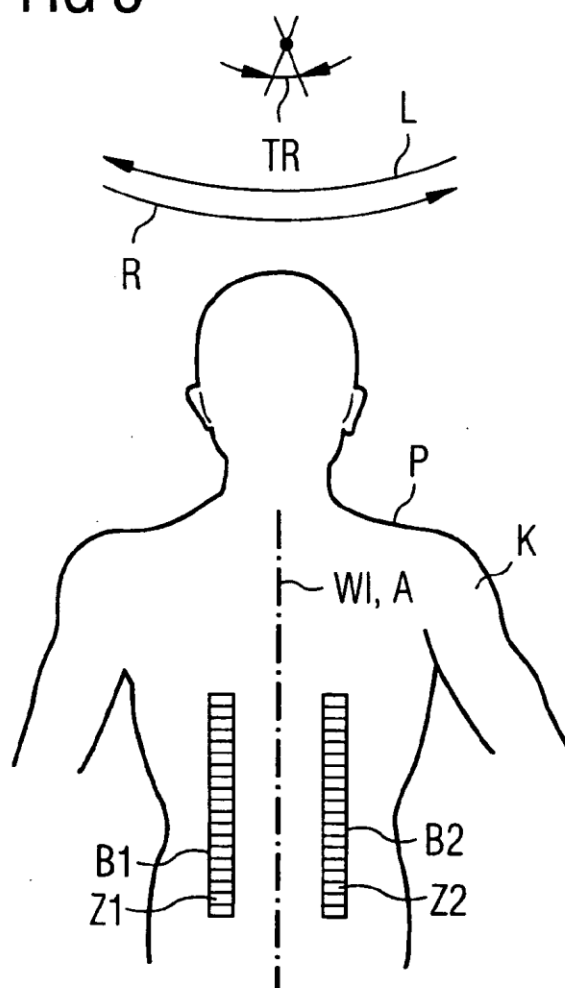


FIG 4

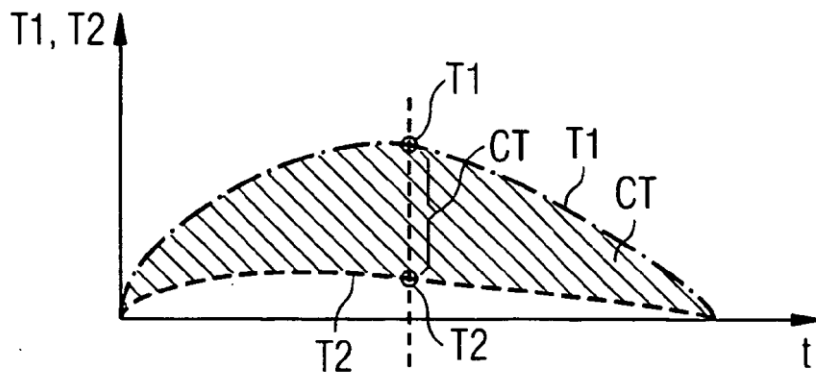


FIG 5

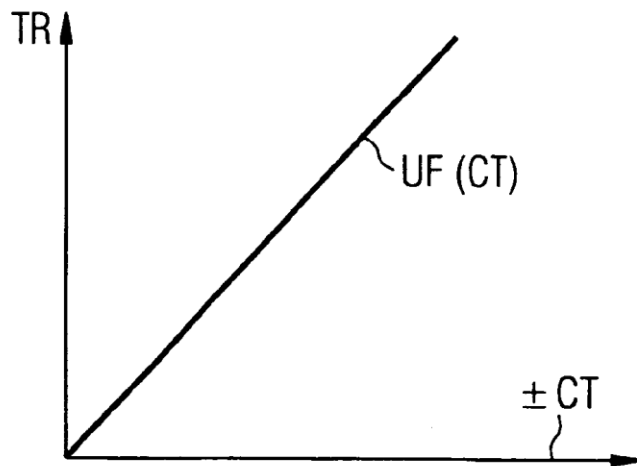


FIG 6

