

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 324**

51 Int. Cl.:
G01B 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00984928 .2**
96 Fecha de presentación: **22.12.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1346190**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

54 Título: **Extensómetro de fibra óptica y procedimiento de fabricación de dicho extensómetro**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.10.2012

73 Titular/es:
VESTAS WIND SYSTEMS A/S
ALSVEJ 21
8900 RANDERS, DK

72 Inventor/es:
JRGENSEN, Henrik, Skrup;
KLEMAR, Benny, Aaris y
JENSEN, Jesper

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

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).

ES 2 388 324 T3

DESCRIPCIÓN

Extensómetro de fibra óptica y procedimiento de fabricación de dicho extensómetro

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un extensómetro de fibra óptica del tipo establecido en el preámbulo de la reivindicación 1.

Antecedentes de la invención

10 En los extensómetros de fibra óptica de este tipo es conocido incorporar una construcción mecánica que proporciona un movimiento relativo de extremos de fibra óptica separados primero y segundo, situados en oposición, en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección axial de las fibras ópticas y utilizar la transmisión variable de luz entre las dos fibras como indicación del parámetro que va a ser medido. Un extensómetro de fibra óptica de este tipo es conocido del documento US-4.300.813, y aunque este documento no describe un extensómetro, el documento se considera como un punto de partida para la presente invención.

Descripción de la invención

15 El objeto de la presente invención es proporcionar un extensómetro de fibra óptica del tipo referido anteriormente, con el cual es posible proporcionar medidas de extensómetro que no están influidas sustancialmente por movimientos de los puntos de medición en direcciones en un plano perpendicular a la dirección deseada de medición de tensión, y este objeto se consigue con un extensómetro de fibra óptica de dicho tipo, que de acuerdo con la presente invención comprende asimismo las características establecidas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. Con esta disposición, dichos movimientos de los puntos de medición son eliminados en gran medida por medio de las varillas de conexión que comprenden conexiones articuladas en ambos extremos, por lo que tales movimientos no presentan sustancialmente influencia en las partes adicionales de la construcción mecánica que transfiere el movimiento de los puntos de medición en la dirección de medición de tensión a los elementos de sujeción de fibras. Modos de realización preferidos del extensómetro de fibra óptica, cuyas ventajas serán evidentes de la siguiente descripción de modos de realización preferidos, son revelados en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente parte detallada de la presente descripción, la invención se explicará en más detalle con referencia a los modos de realización ejemplares de un extensómetro de fibra óptica de acuerdo con la invención mostrados en los dibujos, en los cuales:

- 30 la figura 1 muestra esquemáticamente el principio general de acuerdo con la presente invención,
- las figuras 2 y 2A muestran esquemáticamente el principio de la construcción a modo de pantógrafo de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención,
- la figura 3 muestra un modo de realización preferido que corresponde a la figura 2, producido en tecnología de placa de circuito impreso,
- 35 la figura 4 muestra la estructura de capas del modo de realización de la figura 3,
- la figura 5 muestra la capa superior del modo de realización de acuerdo con las figuras 3 y 4, esto es, los elementos de sujeción de fibras,
- la figura 6 muestra la capa intermedia del modo de realización de acuerdo con las figuras 3 y 4, esto es, la construcción mecánica de transferencia y guiado, y
- 40 la figura 7 muestra la capa inferior de un modo de realización preferido de acuerdo con la presente invención, que comprende medios de montaje y una superficie de pegado para conectar a la superficie de la construcción sobre la que se va a medir.

Descripción detallada

45 La construcción mecánica 1, mostrada esquemáticamente en la figura 1, incluye dos varillas de conexión 2a, 2b que comprenden conexiones articuladas a puntos de anclaje 3a, 3b en un extremo y a piezas adicionales de la construcción mecánica en los extremos opuestos. Las piezas adicionales de la construcción mecánica se muestran esquemáticamente como varillas conectadas para desplazar los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b montadas en las mismas. La construcción mecánica comprende además medios de guiado 10 para guiar el

movimiento de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b en una dirección perpendicular a la dirección axial de las fibras ópticas 7a, 7b. De este modo, cualquier movimiento relativo de los puntos de anclaje 3a, 3b en una dirección 8 lo largo de la línea que conecta los puntos de anclaje 3a, 3b será transferido a un movimiento correspondiente de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b. Movimientos relativos de los puntos de anclaje 3a, 3b en un plano perpendicular a la dirección de medición de tensión 8 no influirán sustancialmente en la posición relativa de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b debido a las conexiones articuladas en los extremos de las varillas de conexión 2a, 2b.

Debe entenderse que el movimiento relativo de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras 7a, 7b es del mismo orden de magnitud que el diámetro de las fibras ópticas 7a, 7b. Por consiguiente, los movimientos relativos de los puntos de anclaje 3a, 3b son del mismo orden de magnitud tanto en la dirección de medición de tensión 8 como en el plano perpendicular a dicha dirección de medición de tensión, y por consiguiente, tales movimientos en dicho plano no influirán sustancialmente en las posiciones relativas de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b, debido a la distancia proporcionada entre las conexiones articuladas en los extremos opuestos de las varillas de conexión 2a, 2b.

La construcción mecánica 1, mostrada esquemáticamente en la figura 2, comprende, al igual que en la construcción de la figura 1, dos varillas de conexión 2a, 2b, conectadas articuladamente a ambos extremos y estando conectadas en un extremo a puntos de anclaje 3a, 3b y estando conectadas en el extremo opuesto a una construcción mecánica a modo de pantógrafo para transferir los movimientos de las varillas de conexión 2a, 2b a los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b. La construcción mecánica a modo de pantógrafo comprende cuatro varillas 5a-5d conectadas mutuamente en una configuración principalmente de cuadrado con conexiones abisagradas en las esquinas. Los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b están montados en varillas 5a, 5c situadas en oposición. Como se muestra esquemáticamente y de modo bastante exagerado en la figura 2A, un movimiento relativo de los puntos de anclaje 3a, 3b de acercamiento entre sí proporciona un movimiento relativo de los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b en una dirección perpendicular a la dirección axial de las fibras ópticas 7a, 7b.

En la figura 3 se muestra una construcción mecánica que funciona de acuerdo con los principios mostrados en la figura 2. Esta construcción mecánica es producida en tecnología de placa de circuito impreso, aprovechando la elevada precisión de las técnicas de producción desarrolladas para placas de circuito impreso. Otros materiales pueden ser utilizados naturalmente para esta construcción mecánica, tales como materiales que comprenden, por ejemplo, un metal, tal como acero, materiales plásticos, tales como un acrílico, materiales cerámicos, etc. En esta construcción, las conexiones abisagradas y articuladas están proporcionadas en forma de piezas de la construcción mecánica con sección transversal reducida. Como se muestra en la figura 4, la construcción mecánica es una construcción de capas, en la cual la capa superior consiste en los medios de montaje 6a, 6b para las fibras ópticas 7a, 7b. Las fibras ópticas 7a, 7b pueden ser montadas en los medios de montaje 6a, 6b por estañado o pegado. En un modo de realización preferido, las fibras ópticas 7a, 7b están pretensadas durante el montaje de estas en los medios de montaje, y tras la solidificación del estaño o el endurecimiento del pegamento, la fibra óptica se raja para proporcionar las dos fibras ópticas 7a, 7b alineadas mutuamente y con una distancia bien definida entre los extremos de la fibra óptica, siendo dicha distancia dependiente del pretensado durante el montaje. Los medios de montaje 6a, 6b están montados en una capa intermedia que define la construcción mecánica, que en el modo de realización mostrado comprende las varillas de conexión 2a, 2b que comprenden conexiones articuladas a ambos extremos, estando conectado un extremo de cada varilla de conexión 2a, 2b a los puntos de anclaje 3a, 3b, y estando conectados los extremos opuestos de dichas varillas de conexión 2a, 2b a una configuración a modo de pantógrafo 5a, 5b, 5c, 5d, que comprende varillas 5a-5d en una configuración principalmente cuadrada y que comprende conexiones abisagradas en las esquinas. Las varillas de conexión 2a, 2b se conectan articuladamente a esquinas opuestas de la configuración a modo de pantógrafo de varillas 5a-5d, y dos varillas 5a y 5c situadas en oposición se conectan a los medios de montaje 6a, 6b por estañado, estando dispuesta dicha estañado en capas de cobre sobre el material de la placa de circuito impreso. Naturalmente, esta conexión podría ser proporcionada asimismo mediante pegado, soldadura por láser, etc. En la construcción mostrada en la figura 4, la construcción mecánica está conectada a una construcción de transferencia de tensión 9 que se forma en la capa inferior de la construcción de capas, comprendiendo dicha construcción de transferencia de tensión una capa de cobre en la superficie superior en las posiciones para la conexión por estañado a los puntos de anclaje 3a, 3b para las varillas de conexión 2a, 2b. La construcción de transferencia de tensión 9 es pegada a continuación sobre el objeto que va a ser medido y el movimiento de tensión en el objeto que va a ser medido se transfiere a la construcción mecánica a través de dicha construcción de transferencia de tensión 9. La construcción de transferencia de tensión 9 proporciona una posibilidad de tener una superficie relativamente grande del sistema de medición conectada al objeto que va a ser medido y tener aún así una distancia relativamente corta entre los dos puntos de anclaje 3a, 3b, por lo que el rango dinámico del extensómetro de fibra óptica puede ser alto y la superficie de pegado para la conexión al objeto que va a ser medido puede ser relativamente grande.

En un modo de realización preferido, la conexión entre los puntos de anclaje 3a, 3b y la construcción de transferencia de tensión 9 es proporcionada por medio de clavijas montadas en orificios de ajuste apretado (véanse las figuras 6 y 7) en las dos piezas y suplementada por un pegamento flexible, por lo que se consigue una conexión de tipo puntual más precisa, lo que proporciona una distancia bien definida entre los puntos de anclaje.

- 5 Las figuras 5, 6 y 7 muestran cada una de las tres capas de la construcción de capas mostrada en las figuras 3 y 4. Así pues, la figura 5 muestra la capa superior de la construcción mecánica, esto es, los elementos de sujeción de fibras, la figura 6 muestra la capa intermedia, esto es, las varillas de conexión 2a, 2b, la configuración a modo de pantógrafo de las varillas 5a-5d, y la figura 7 muestra la capa inferior que consiste en la construcción de transferencia de tensión 9 para su montaje por pegado en el objeto que va a ser medido.
- 10 Como se puede observar en la figura 4, las capas de cobre y estaño o pegamento proporcionan una cierta distancia entre las piezas mecánicas de la placa de circuito impreso, lo que permite así el movimiento de las distintas capas relativamente entre sí sin fricción.

Aunque la invención ha sido descrita anteriormente con referencia a un modo de realización preferido específico, será evidente que pueden ser posibles muchas variaciones dentro del ámbito de las siguientes reivindicaciones,

- 15 comprendiendo tales modificaciones, por ejemplo, el uso de otros materiales para la construcción mecánica, incluyendo diferentes materiales para los diferentes componentes, el uso de otras técnicas de montaje para ensamblar los componentes, la omisión de los elementos de sujeción de fibras 6a, 6b separados y la integración de esta función en la construcción mecánica, por ejemplo, en las varillas 5a, 5c, reduciendo así el número de capas, la omisión de la construcción de transferencia de tensión 9 y el montaje de la construcción mecánica 1
- 20 directamente sobre el objeto que va a ser medido, utilizando otros metales distintos al cobre como base para el estañado/soldado, sustituyendo el estañado sugerido por pegado, soldadura, etc.

REIVINDICACIONES

1. Extensómetro de fibra óptica que comprende una construcción mecánica (1) que proporciona un movimiento relativo dependiente de la tensión de extremos de fibra óptica separados primero y segundo, situados en oposición, en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección axial de las fibras ópticas (7a, 7b) y utilizando la transmisión variable de luz entre las dos fibras (7a, 7b) como indicación de la tensión, comprendiendo dicha construcción mecánica elementos de sujeción de fibras (6a, 6b) para asegurar las dos fibras (7a, 7b) a la construcción mecánica (1) en una relación alineada en el estado sin tensión, caracterizado porque dicha construcción mecánica (1) comprende además:
 - a) medios de anclaje (3a, 3b) para proporcionar dos conexiones sustancialmente puntuales entre la construcción mecánica (1) y el objeto que va a ser medido, definiendo una línea (8) a través de dichos dos puntos de conexión (3a, 3b) una dirección de medición de tensión,
 - b) dos varillas de conexión (2a, 2b), que comprenden conexiones articuladas a ambos extremos, a los medios de anclaje (3a, 3b) respectivos en un extremo y a piezas adicionales (5a-5d) respectivas de la construcción mecánica en el otro extremo, respectivamente, extendiéndose sustancialmente dichas dos varillas (2a, 2b) en la dirección de medición de tensión (8),
 - c) una construcción de transmisión, conectada de modo articulado a los extremos de las varillas (2a, 2b) opuestos a los medios de anclaje (3a, 3b) respectivos, para transferir el movimiento de dichas varillas (2a, 2b) en dicha dirección de medición de tensión (8) a los elementos de sujeción de fibras (6a, 6b) y para guiar el movimiento de dichos elementos de sujeción de fibras (6a, 6b) en una dirección sustancialmente perpendicular a dicha dirección axial de dichas fibras ópticas (7a, 7b).
2. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la construcción de transmisión comprende una estructura a modo de pantógrafo (5a-5d), en la cual cuatro varillas (5a-5d) en una configuración principalmente de cuadrado o en forma de paralelogramo están conectadas mutuamente en las esquinas por medio de conexiones articuladas, y estando conectadas de modo articulado las varillas de conexión (2a, 2b) cerca de dos esquinas de la configuración principalmente de cuadrado situadas en oposición, y los elementos de sujeción de fibras (6a, 6b) están conectados a dos varillas (5a, 5c) de dichas cuatro varillas situadas en oposición, en o cerca del punto medio de dichas varillas (5a, 5b), por lo que dicha configuración a modo de pantógrafo proporciona la transmisión y guiado (mencionados en c) en la reivindicación 1).
3. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque las conexiones articuladas están proporcionadas en la forma de piezas de la construcción mecánica (1) de sección transversal reducida.
4. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la construcción mecánica (1) está producida en tecnología de placa de circuito impreso utilizando material de placa de circuito impreso, tal como material de placa de circuito impreso de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
5. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque los elementos de sujeción de fibras ópticas (6a, 6b) consisten en material de placa de circuito impreso, estando aseguradas las fibras ópticas (7a, 7b) a dichos elementos por estañado o pegado, y estando asegurados dichos elementos a la construcción mecánica por pegado, estañado o soldadura, estando formadas capas de cobre u otro metal sobre dichos elementos para proporcionar una base para las conexiones de estañado o soldadura.
6. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado porque el montaje de la construcción mecánica (1) al objeto que va a ser medido se proporciona por pegado, estañado o soldadura, estando formadas capas de cobre u otro metal en dichos elementos para proporcionar base para dicho estañado o soldadura.
7. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado porque comprende además una construcción de transferencia de tensión (9) de material de placa de circuito impreso, extendiéndose dicha construcción de transferencia de tensión (9) en una distancia sustancial en la dirección de medición de tensión (8) y comprendiendo una capa de cobre u otro metal para su conexión con la construcción mecánica (1) por estañado, soldadura o pegado, y/o orificios para clavijas que se extienden a través de la construcción de transferencia de tensión (9) y la construcción mecánica (1) y una superficie opuesta a la conexión a la construcción mecánica para conectar con el objeto que va a ser medido, siendo proporcionada preferiblemente dicha conexión mediante pegado.
8. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el material de la construcción mecánica (1, 9) se elige de modo que su coeficiente de expansión

térmica en la dirección de medición (8) esté adaptado al del objeto que va a ser medido.

9. Extensómetro de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que el material de la construcción mecánica (1, 9) tiene el mismo coeficiente de expansión térmica, en la dirección de medición (8), que el material del objeto que va a ser medido.

- 5 10. Uso de un extensómetro de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-9 para medir un objeto construido de material de poliéster reforzado con fibra de vidrio, siendo dicho objeto, por ejemplo, las palas de una turbina eólica.

11. Procedimiento de montaje de fibras ópticas (7a, 7b) en un extensómetro de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por comprender las etapas de:

- 10 a) despegar capas protectoras de una fibra óptica en el área de fijación,
- b) montar la fibra desnuda en estaño y/o pegamento en los elementos de sujeción de fibras ópticas (6a, 6b) en un estado pretensado,
- c) una vez solidificado el estaño y/o endurecido el pegamento, realizar una muesca y rajar la fibra entre los puntos de fijación, proporcionando una distancia entre los extremos de fibra resultantes, siendo dependiente dicha
- 15 distancia del pretensado de la fibra durante el montaje.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por comprender además, antes de la etapa b)

b1) formar una capa metalizada en partes de la fibra desnuda, en posiciones que corresponden a las posiciones de montaje a los elementos de sujeción de fibras (6a, 6b) por estañado.

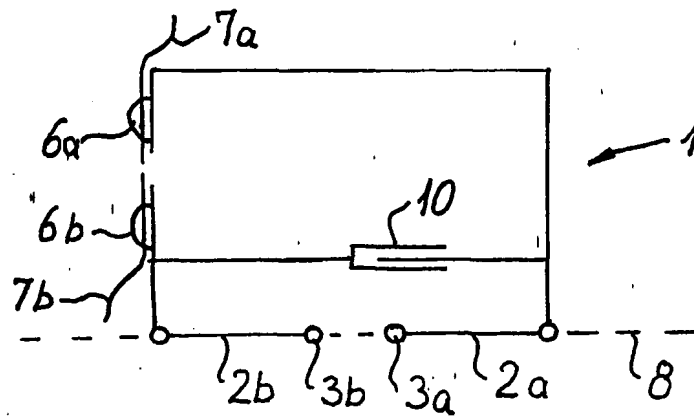


Fig. 1

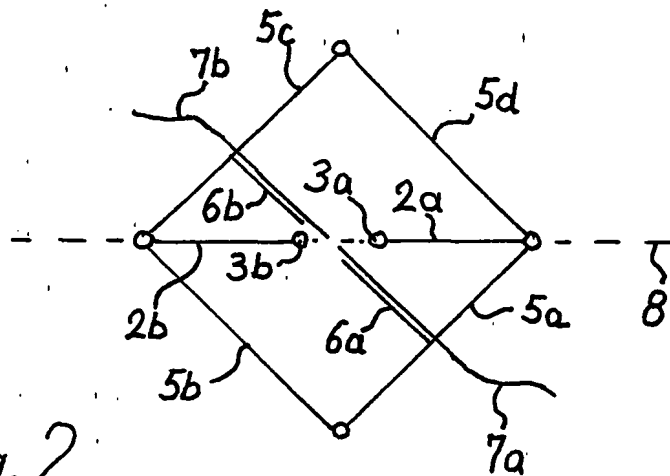


Fig. 2

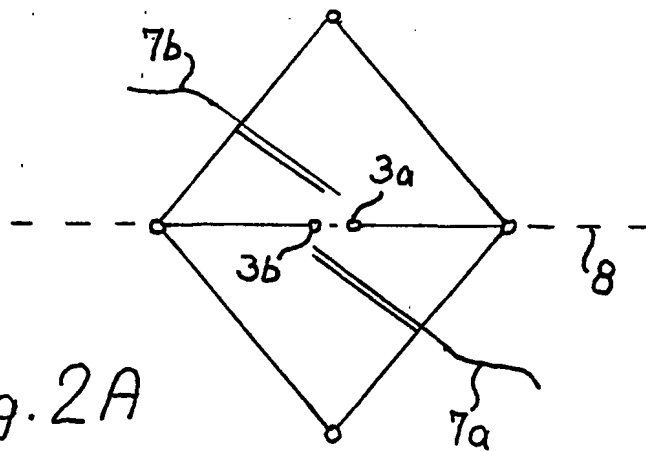


Fig. 2A

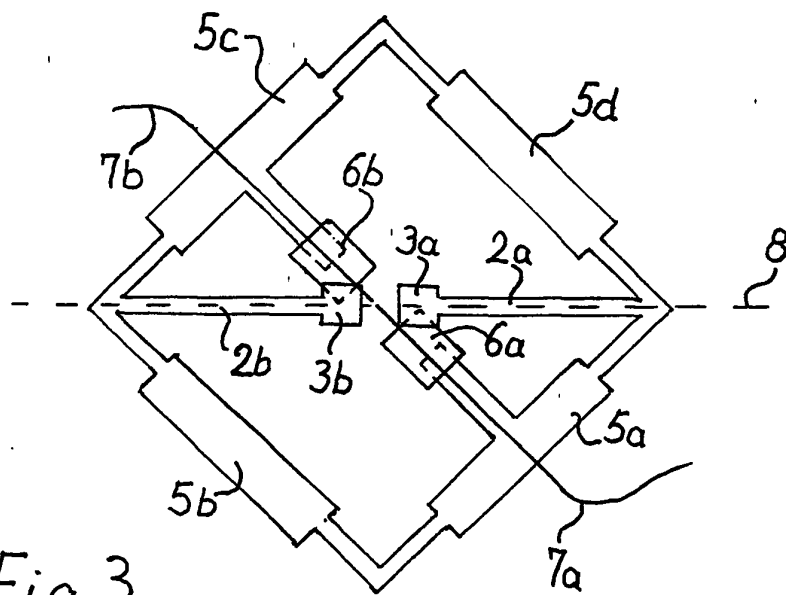


Fig. 3

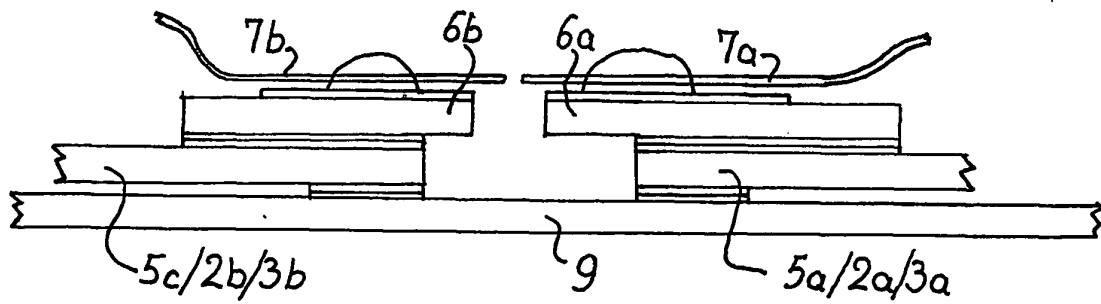


Fig. 4

