

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 672**

51 Int. Cl.:

G01K 1/14 (2011.01)

G01K 3/14 (2006.01)

G01K 7/04 (2006.01)

F16B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016** **PCT/IB2016/053142**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016** **WO16193887**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016** **E 16736233 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022** **EP 3304016**

54 Título: **Elemento de fijación con elemento sensor integrado para detectar una diferencia de temperatura**

30 Prioridad:

29.05.2015 IT UB20150948

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.05.2022

73 Titular/es:

SENS-IN S.R.L. (50.0%)

Via Cicogna 9

40068 San Lazzaro di Savena (BO), IT y

ISANIK S.R.L. (50.0%)

72 Inventor/es:

LANZANI, FEDERICO y

POGGIPOLINI, MICHELE

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 910 672 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

Elemento de fijación con elemento sensor integrado para detectar una diferencia de temperatura

5 **Campo técnico**

La presente solicitud de patente se refiere a un elemento de fijación, al uso de un sensor integrado en el elemento de fijación y a un método para detectar un flujo de calor en el interior de órganos mecánicos provistos de un elemento de fijación según la invención.

10

Técnica anterior

Es conocido el uso de sensores que se incorporan en tornillos para controlar el correcto apriete y/o las deformaciones del propio tornillo; por ejemplo, mediante sistemas de ultrasonidos o galgas extensométricas. También se conoce un sensor vectorial de calor conducido por el documento US 2003/0142721 A1.

15

En el caso de que los tornillos se instalen cerca de motores o de zonas en las que se produzcan fricciones causadas por el deslizamiento relativo de dos o más órganos mecánicos (por ejemplo, en soportes para grandes rodamientos o grandes cubos/órganos de transmisión), los tornillos conocidos no son capaces de señalar posibles fallos.

20

A este respecto, cabe señalar que, en el interior de los cuerpos sólidos de los órganos mecánicos, el flujo de calor se transmite principalmente por conducción. Las líneas de flujo son las trayectorias según las cuales el calor se transmite, por conducción, en el interior de un cuerpo sólido, desde las isotermas más calientes hacia las isotermas más frías. Dado que el flujo de calor es un vector con una dirección y un rango dado, para poder medir este vector, es necesario seguir las líneas de flujo y descifrar el valor de la diferencia de temperatura a lo largo de estas líneas de flujo.

25

En particular, una estimación del flujo de calor que fluye a través de un órgano mecánico puede obtenerse midiendo la diferencia de temperatura creada a lo largo de una línea de propagación del flujo de calor.

30

Descripción de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un elemento de fijación que comprende un elemento sensor, que está diseñado para determinar el flujo de calor en el interior de los órganos mecánicos a través de la detección de la diferencia de temperatura entre dos zonas diferentes, estando colocado el elemento sensor, que está diseñado para detectar la diferencia de temperatura del elemento de fijación, cerca de un flujo de calor significativo. La diferencia de temperatura detectada de este modo estará fuertemente correlacionada con el flujo de calor.

35

Ventajosamente, para evitar roturas y/o accidentes, deben instalarse sistemas de vigilancia y/o control a bordo de vehículos, como aviones y coches; dichos sistemas de vigilancia y/o control deben ser capaces de detectar posibles fallos de funcionamiento en el interior o cerca de los motores y órganos mecánicos. Sin embargo, en este tipo de vehículos, por razones de peso y espacio, la colocación de sistemas de vigilancia y/o control dedicados es muy difícil, tanto en el caso de que haya que realizar pruebas en banco como durante el uso del vehículo.

40

Un objeto de la invención es proporcionar un elemento de fijación que supere los inconvenientes descritos anteriormente y que sea capaz de monitorizar el funcionamiento de los órganos mecánicos instalados cerca de una fuente de calor, como, por ejemplo, la cámara de combustión de un motor; la presencia o la circulación de fluidos calientes; las fricciones generadas por los acoplamientos cinemáticos o por los órganos de frenado.

45

Un objeto de la invención es proporcionar un elemento de fijación, que sea pequeño y no demasiado pesado y que esté diseñado para ser aplicado en el interior de asientos comunes ya disponibles en los órganos mecánicos mencionados.

50

En la descripción que sigue se hace referencia, de manera no limitativa, a un elemento de fijación (como un tornillo o un espárrago) que comprende un elemento sensor y a un método para aplicar dicho elemento de fijación en un órgano mecánico atravesado por un flujo de calor. Evidentemente, este elemento sensor puede estar incorporado en elementos de fijación distintos de tornillos o espárragos, como por ejemplo tirantes o similares.

55

Un objeto de la invención es proporcionar un uso de un elemento sensor incorporado en el elemento de fijación y un método para detectar un flujo de calor en el interior de los órganos mecánicos.

60

Según la invención, se proporciona un elemento de fijación, el uso de un elemento sensor y un método según las reivindicaciones adjuntas.

65

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización no limitante de la misma, en la que:

La figura 1 es una vista, con una sección axial parcial, de un elemento de fijación según un ejemplo que no forma parte de la presente invención;

La figura 2 es una vista despiezada de un detalle del elemento de fijación de la figura 1;

Las figuras 3 y 4 son una vista en planta y una vista desde abajo, respectivamente, de una primera variante de un sensor que no forma parte de la presente invención;

La figura 5 es un esquema eléctrico de la variante del sensor mostrado en las figuras 3 y 4;

Las figuras 6 a 8 son vistas en planta de detalles de una segunda variante de un sensor que no forma parte de la presente invención;

La figura 9 es una vista lateral de la segunda variante del sensor;

La figura 10 es un esquema eléctrico de la segunda variante del sensor;

La figura 11 muestra, en sección longitudinal y con partes eliminadas para mayor claridad, una primera variante de un elemento sensor que no forma parte de la presente invención;

La figura 12 es similar a la figura 11 y muestra una segunda variante del elemento sensor que no forma parte de la presente invención;

La figura 13 es una vista, con una sección longitudinal parcial, de una primera variante del elemento de fijación según la invención;

La figura 14 es una vista, con una sección longitudinal parcial, de una segunda variante del elemento de fijación según la invención; y

La figura 15 es una vista, con una sección parcial, de la primera variante del elemento de fijación en una configuración de funcionamiento;

La figura 16 es una vista axonométrica de un elemento sensor según la invención;

La figura 17 es una vista axonométrica de una variante del elemento sensor según la invención.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

En la figura 1, el número 1 indica, en su conjunto, un elemento de fijación en forma de un tornillo 1 que comprende un cuerpo 2, que es cilíndrico y tiene un eje longitudinal L, y una cabeza 3. Según la figura 1, el tornillo 1 comprende, de manera conocida, una pestaña 4, que está incorporada en la cabeza 3 y delimita el inicio del cuerpo 2.

Preferiblemente, el tornillo 1 se hace de un material seleccionado dentro de un grupo de materiales de alta resistencia mecánica que comprende; titanio; aleaciones de níquel-cromo generalmente conocidas como INCONEL®; acero inoxidable X1CrNiMoAlTi12-11-2, generalmente conocido como MLX17®; acero inoxidable X1NiCrMoAlTi12-10-2, generalmente conocido como MLX19®; acero inoxidable endurecido por precipitación, comprendido entre 13-8 o 15-5 o 17-4; acero de composición Si, 19,00-21,00 Cr, 33,00-37,00 Ni, 9,00-11,00 Mo, 1,00 max., Ti, 0,01 B 1,00 max. Fe, Bal Co generalmente conocido como MP35N®; acero comprendiendo níquel y cobalto generalmente conocido como MARAGING® y/o VASCOMAX®, por ejemplo, MARAGING300 o AERMET®100; acero AISI4340 y AISI304.

El tornillo 1 tiene una cavidad 5. La cavidad 5 es coaxial al eje L. La cavidad 5 se extiende a través de la cabeza 3. La cavidad 5 está diseñada para aligerar el tornillo 1, pero, al mismo tiempo, no lo hace más débil y no compromete su resistencia mecánica de manera significativa. La cavidad 5 tiene una sección transversal de forma circular.

La cavidad 5 está orientada hacia el exterior del tornillo 1 a través de una abertura 6 de la cabeza 3. La cavidad 5 tiene una porción interior 7 y una porción de extremo 8, que se extiende a través de la cabeza 3 y se interpone entre la porción interior 7 y la abertura 6. La porción interior 7 de la cavidad 5 tiene unas dimensiones que le permiten alojar, en su interior, un elemento sensor 9, como se describe con más detalle a continuación. La porción exterior 8 tiene unas dimensiones que le permiten alojar un conector 22 y un dispositivo electrónico 26, como se describe más detalladamente a continuación.

Además, el tornillo 1 tiene una rosca exterior f.

Preferiblemente, la porción de extremo 8 de la cavidad 5 tiene un diámetro mayor que el de la porción interior 7.

- 5 El tornillo 1 comprende un elemento sensor 9, que se inserta en la cavidad 5. El elemento sensor 9 está diseñado para detectar la diferencia de temperatura entre dos zonas A y B del tornillo 1, como se describe con más detalle a continuación. Según la figura 1, las zonas A y B están situadas a lo largo de la rosca f, pero también podrían estar dispuestas de forma diferente en función de las aplicaciones particulares del tornillo 1. Por ejemplo, según una variante que no se muestra aquí, la zona A podría estar dispuesta cerca de la rosca f, mientras que la zona B podría estar dispuesta cerca de la cabeza 3.

En términos generales, el elemento sensor 9 comprende un sensor S y medios destinados a uniformar la temperatura de cada zona A y B y de las respectivas zonas de detección del sensor S.

- 15 En la figura 2, Sb indica un sensor S que comprende un soporte 14, que está hecho de un material eléctricamente aislante, y dos porciones 15, 16, cada una hecha de un material conductor eléctrico, pero con diferentes coeficientes termoelectrónicos.

- 20 El soporte 14 tiene la forma de una placa delgada con un eje longitudinal M y tiene dos caras 10 y 11, que son paralelas entre sí. El soporte 14 está interpuesto entre las porciones 15 y 16. Por ejemplo, el soporte 14 está hecho, de manera conocida, de un material seleccionado entre los siguientes: Resinas FR-4, Kapton, PTFE, Polimida, alúmina o cerámica. Las porciones 15 y 16 están hechas de materiales adecuados para formar pares termoelectrónicos; por ejemplo, la porción 15 está hecha de constantán y la porción 16 está hecha de cobre.

- 25 Cada porción 15 y 16 se aplica a una cara 10 y 11, respectivamente, del soporte 14. La porción 15 comprende una pista de constantán Pcc (por ejemplo, fabricada con la técnica conocida de los circuitos impresos). Del mismo modo, la porción 16 comprende dos pistas de cobre Pcr (por ejemplo, fabricadas con la técnica conocida de los circuitos impresos).

- 30 El soporte 14 tiene, además, una pluralidad de agujeros pasantes metalizados 17, generalmente conocidos como vías (por ejemplo, fabricados con la técnica conocida de circuitos impresos). Los agujeros 17 se realizan cerca de los extremos de la pista de constantán Pcc. Cada extremo de la pista de constantán Pcc está en comunicación con una pista de cobre respectiva Pcr a través de un orificio metalizado respectivo 17, a fin de formar uniones de termopar 18. Las uniones de termopar 18 dispuestos en correspondencia con la zona A se indican como uniones 18a, mientras que las uniones de termopar 18 realizados en correspondencia con la zona B se indican como uniones 18b. El conjunto formado por la unión 18a, una pista de constantán Pcc, las pistas de cobre Pcr y la unión 18b forma un termopar 19.

- 40 El sensor Sb comprende, además, conexiones 21 en la porción de lado de cobre 16 en forma de almohadillas de contacto y un conector 22 (mostrado en la figura 1), que está diseñado para ser conectado, a través de cables 20 y de manera conocida, a una unidad de control 23. Las conexiones 21 se realizan en el lado de cobre del sensor Sb, con el fin de evitar la inserción de termopares adicionales (uniones cobre-constantán); en otras palabras, para evitar uniones parásitas no deseadas.

- 45 El elemento sensor 9 comprende, además, dos partes 12a y 12c hechas de un material conductor del calor, que están en contacto térmico con el sensor Sb en correspondencia con la unión 18a y 18b, respectivamente.

- 50 En el caso de que las partes 12a y 12c estén hechas de un material conductor eléctrico, el elemento sensor 9 comprende, además, un par de láminas eléctricamente aislantes 13, cada una de ellas aplicada a una cara respectiva 10 y 11 del soporte 14. Las láminas eléctricamente aislantes 13 se interponen entre el sensor Sb y las partes 12a y 12c; alternativamente, las láminas eléctricamente aislantes 13 pueden sustituirse por revestimientos aislantes aplicados sobre el sensor Sb en las zonas A y B o en la superficie de las partes 12a y 12c, de modo que el circuito eléctrico del elemento sensor 9 está aislado de las partes 12a y 12c.

- 55 Las partes 12a y 12c están diseñadas para hacer que la temperatura de las uniones 18a y 18b y de las zonas A y B del tornillo 1 sea uniforme.

- 60 Preferiblemente, el elemento sensor 9 comprende partes 12b de un material aislante del calor, por ejemplo, resina, que se aplican en el exterior del sensor Sb y están diseñadas para aislar térmicamente las partes 12a y 12c entre sí y/o para centrar el propio sensor Sb en el interior de la cavidad 5. Según la figura 2, la parte 12b hecha de un material aislante del calor se interpone longitudinalmente entre las dos partes 12a y 12c hechas de un material conductor del calor.

- 65 Según la figura 1, el elemento sensor 9 se inserta en la cavidad 5 y es coaxial al eje L. La unión 18a y la parte 12a están dispuestas en la zona A del tornillo 1 (cerca del pie 25 del tornillo 1), mientras que la unión 18b y la parte 12c están dispuestas en la zona B. El conector 22 está dispuesto en el interior de la porción de extremo 8 de la cabeza

3. Las dimensiones de la porción interior 7 y de la porción de extremo 8 son tales que permiten alojar el elemento sensor 9 y el conector 22.

En las figuras 3 y 4, S' indica un ejemplo de sensor S que no forma parte de la presente invención, comprendiendo el sensor S', además de los componentes ya descritos para el sensor Sb, que mantienen los mismos números de referencia, una pluralidad de pistas de constantán adyacentes Pcc, el número de pistas de constantán adyacentes Pcc no es limitante; en particular, la porción 15 mostrada en la figura 3 comprende tres pistas de constantán Pcc. La porción 15 tiene, además, una zona conductora de calor Z1 y una zona conductora de calor Z2, que se realizan cerca de la zona A y B, respectivamente.

Según la figura 4, la porción 16 comprende una pluralidad de pistas de cobre adyacentes Pcr, siendo el número de pistas de cobre Pcr igual al número de pistas de constantán Pcc. La porción 16 mostrada en la figura 4 comprende tres pistas de cobre Pcr. De forma similar a la porción 15, la porción 16 tiene, además, una zona conductora de calor Z3 y una zona conductora de calor Z4, que se realizan cerca de la zona A y B, respectivamente.

Las zonas Z1, Z2, Z3 y Z4 son opcionales y están diseñadas para que la temperatura en correspondencia con las respectivas zonas A y B del sensor S' sea lo más uniforme posible, para mejorar el intercambio de calor con las zonas A y b de la cavidad 5.

El conjunto formado por una unión 18a, las respectivas pistas de constantán y cobre Pcc y Pcr y la respectiva unión 18b forma un termopar 19. De acuerdo con las figuras 3 y 4, el sensor S' comprende tres termopares 19, que están conectados entre sí en serie, para dar una señal más alta. La figura 5 muestra el esquema eléctrico del sensor S' mostrado en las figuras 3 y 4.

En las figuras 6 a 9, S'' indica otro ejemplo de sensor S que no forma parte de la presente invención, en el que los componentes comunes ya descritos anteriormente para el sensor Sb y S' mantienen los mismos números de referencia. El sensor S'' es un sensor multicapa.

En particular, el sensor S'' comprende dos soportes 14a y 14b hechos de un material eléctricamente aislante y una porción 15 hecha de un material conductor eléctrico, que se interpone entre los soportes 14a y 14b. Preferiblemente, la porción 15 está hecha de constantán.

El sensor S'' comprende dos porciones 16a y 16b hechas de cobre, que se aplican sobre el soporte 14a y 14b, respectivamente. La porción 15 comprende, en su conjunto, una pluralidad de pistas de constantán Pcc, en particular cinco. Según las figuras 6 y 8, la porción 16a tiene tres pistas de cobre Pcr, mientras que la porción 16b tiene dos pistas de cobre Pcr. La división de las pistas de cobre Pcr entre las porciones 16a y 16b hace que la distribución del calor en el interior del sensor S'' sea lo más uniforme posible. Además, las porciones 16a y 16b tienen conexiones 21a y 21b, respectivamente, a unidades eléctricas externas. El sensor S'' tiene cinco termopares.

Las porciones 16a y 16b tienen almohadillas R; R1, R2, R3, R4, que están hechas en la zona tanto de la zona A (R1 y R3) como de la zona B (R2 y R4). Las almohadillas R son conductoras de calor y están diseñadas para mejorar la uniformidad térmica en correspondencia con las respectivas zonas A y B. Las almohadillas R están conectadas a las conexiones 21b; en particular, las almohadillas R1 y R2 están conectadas a R3 y R4 a través de las vías 35 mostradas en la figura 9.

Además, la porción 15 comprende una resistencia 24, que está dispuesta cerca de la zona A y está conectada a las conexiones 21b a través de las vías 35. Opcionalmente, es posible instalar, en las almohadillas, resistencias calefactoras, por ejemplo, resistencias de tecnología de montaje en superficie (SMT), a fin de aumentar la potencia térmica de la resistencia 24.

Preferiblemente, en caso de aplicación del sensor S'' en el interior del elemento sensor 9, las partes 12a y 12c tienen una extensión tal que cubre al menos parcialmente las almohadillas R; R1, R2, R3, R4 y la resistencia 24.

Opcionalmente, es posible desactivar la resistencia 24 (por ejemplo, mediante una descarga eléctrica) y proporcionar una o más resistencias de calentamiento (por ejemplo, resistencias de tecnología de montaje en superficie - SMT) en una o más almohadillas seleccionadas R, dependiendo del tipo de aplicación del tornillo 1. De manera similar o alternativa, es posible proporcionar una resistencia, es decir, un elemento de calentamiento, cerca de la zona B. Según una variante que no se muestra aquí, el sensor S'' es un sensor multicapa y no está provisto de la resistencia 24.

La figura 10 muestra el diagrama eléctrico del sensor S'' mostrado en las figuras 6 y 7.

Ventajosamente, el sensor S'' tiene la resistencia 24 y las uniones de termopar 18 en una posición de simetría con respecto al espesor del propio sensor S''; por lo tanto, la disposición de los soportes 14a, 14b y de la porción 15 permiten la creación de una señal eléctrica Vab disponible para las conexiones 21a que es más uniforme en comparación con un sensor de una sola capa Sb, S', en el que la resistencia 24 y las uniones 18 son asimétricas con

respecto al espesor del propio sensor S". Por lo tanto, ventajosamente, la señal eléctrica Vab del sensor multicapa S" (con o sin la resistencia 24) no está influenciada por la posición angular alrededor del eje L y/o del elemento de fijación 1.

- 5 Además, la presencia de la resistencia 24 permite funciones adicionales, como se explica más detalladamente a continuación.

10 Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento de fijación tiene una cavidad interior que es al menos parcialmente rectangular, por ejemplo, cerca de las zonas A y B. En este caso, ventajosamente, el elemento sensor 9 no necesita las partes 12a y 12c, ya que el contacto con las paredes del elemento de fijación 1 o 101 está asegurado por el acoplamiento entre la forma del elemento de fijación 1 o 101 y la forma del sensor S. La cavidad con forma rectangular puede obtenerse a partir de una cavidad circular en la que se disponen uno o más insertos.

- 15 Opcionalmente, el sensor S se inserta directamente en la cavidad del elemento de fijación y se fija cerca de las zonas A y B, por ejemplo, mediante resinas. En otras palabras, el sensor S es un elemento sensor.

20 Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento de fijación tiene una cavidad, que alberga el sensor S, que comunica con el exterior por medio de cables eléctricos. En otras palabras, el elemento de fijación comprende exclusivamente el sensor S y unos cables eléctricos que sobresalen del elemento de fijación para conectar el sensor S a una unidad situada en el exterior del elemento de fijación. En este caso, la cavidad puede ser extremadamente pequeña, ya que el número de componentes a alojar en el interior del elemento de fijación se reduce al mínimo.

- 25 Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento sensor 9 o el sensor S comprende un medio adicional para detectar la temperatura absoluta T (por ejemplo, un termómetro de resistencia) en un punto determinado del elemento de fijación 1, 101, 201.

30 Las figuras 11 y 12 muestran dos variantes 9' y 9" del elemento sensor 9 que no forman parte de la presente invención. Según la figura 11, los elementos sensores 9' y 9" son porciones de tubos cilíndricos que albergan porciones de conductores metálicos, que están aislados eléctricamente entre sí por un polvo de óxido mineral. Por ejemplo, los elementos sensores 9' y 9" se fabrican a partir de cables para termopares aislados por óxidos minerales y generalmente conocidos y comercializados bajo el nombre de AEROPAK®.

35 En la figura 11, el número 9' indica un elemento sensor 9' que comprende un cuerpo tubular exterior 50 que tiene un eje longitudinal M y una cavidad interior longitudinal 51. El elemento sensor 9' comprende, además, dos conductores 52 y un conductor 53, que están al menos parcialmente introducidos en la cavidad 51. Los conductores 52 y 53 son hilos hechos de un material conductor eléctrico. Cada conductor 52 está conectado a un extremo respectivo del conductor 53, para formar una unión de termopar 18a y 18b, respectivamente, que está diseñada para estar dispuesta en correspondencia con las zonas correspondientes A y B en el interior de un elemento de fijación 1. Los conductores 52 y 53 están hechos de diferentes materiales, en particular de materiales con diferentes propiedades termoeléctricas. Por ejemplo, el conductor 52 está hecho de una aleación Ni-Cr (generalmente conocida como Chromel®), mientras que el conductor 53 está hecho de una aleación Ni-Al generalmente conocida como Alumel®.

45 El elemento sensor 9' comprende, además, un material 54, que está diseñado para llenar la cavidad 51 y para aislar eléctricamente los conductores 52 y 53 entre sí. Por ejemplo, el material 54 es un óxido mineral, como una aleación de MgO. Los conductores 52 que sobresalen del cuerpo tubular 50 están conectados a un conector (no mostrado) de una manera conocida, que no se muestra aquí. Los extremos del cuerpo tubular 50 están sellados de una manera conocida, que no se muestra aquí.

50 Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento sensor 9' comprende otro conductor y los conductores 52 y 53 están conectados entre sí sólo en correspondencia con la unión de termopar 18a. En este caso, los conductores 52 y 53 están conectados a un conector externo por medio de respectivos conductores intermedios hechos, por ejemplo, de cobre. Ventajosamente, los conductores 52 y 53 se conectan a los conductores intermedios en correspondencia con la zona B, para formar la unión de termopar 18b. A este respecto, cabe señalar que, según la "ley de los metales intermedios", las uniones con los conductores intermedios no generan efectos de tensiones parásitas, ya que se crean muy cerca unas de otras en correspondencia con la zona B, que puede considerarse una zona isotérmica.

60 En la figura 12, el número 9" indica un elemento sensor 9" similar al elemento sensor 9' y, por lo tanto, los componentes compartidos con el elemento sensor 9' mantienen los mismos números de referencia. El elemento sensor 9" tiene una pluralidad de conductores 52 y una pluralidad de conductores 53, que están conectados entre sí en serie en el interior del cuerpo 50, a fin de formar una pluralidad de uniones de termopar 18a y 18b, que están diseñadas para estar dispuestas en correspondencia con las zonas A y B del elemento de fijación 1. En particular, el elemento sensor 9" mostrado en la figura 12 comprende dos uniones de termopar 18a y dos uniones de termopar 18b.

Los elementos sensores 9' y 9'' descritos anteriormente tienen la ventaja de tener unas dimensiones muy pequeñas (sus diámetros pueden ser inferiores a un milímetro); por lo tanto, los elementos sensores 9' y 9'' son especialmente adecuados para ser aplicados en el interior de pequeños elementos de fijación 1.

- 5 Los elementos sensores 9' y 9'' tienen además la ventaja de ser capaces de resistir temperaturas elevadas, por ejemplo, superiores a 300°C.

10 Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento sensor 9' o 9'' comprende una o más resistencias, cada una de ellas dispuesta cerca de una o más uniones de termopar 18a o 18b.

15 En la figura 16, el número 9' indica una realización del elemento sensor. El elemento sensor 9' es similar al elemento sensor 9 y, por lo tanto, los componentes compartidos con el elemento sensor 9 mantienen los mismos números de referencia. El elemento sensor 9' comprende un soporte 14 flexible y aislante de la electricidad, es decir, una lámina de material que puede doblarse sobre sí misma sin dañarse. Según la invención, el soporte 14 se dobla para formar un cilindro de detección 60, que es hueco por dentro y puede introducirse en la cavidad cilíndrica del elemento de fijación 1. De este modo, se puede obtener un contacto directo con el cuerpo 2 del elemento de fijación 1, mejorando así el intercambio de calor. Las uniones de termopar 18a y 18b se realizan en el soporte 14, de modo que se disponen en correspondencia con las zonas A y B. Obviamente, el soporte 14 puede comprender una pluralidad de uniones de termopar 18a y 18b para cada zona A y B, respectivamente.

20 Gracias a la forma cilíndrica del soporte 14, el elemento sensor 9' tiene una mayor superficie en contacto con el elemento de fijación 1, especialmente en correspondencia con las zonas A y B; por lo tanto, es posible proporcionar un mayor número de uniones de termopar 18a y 18b en correspondencia con la zona A y B, respectivamente. De esta manera, ventajosamente, la señal Vab se amplifica más y, además, hay una mayor uniformidad térmica, ya que las uniones de termopar 18a y 18b están distribuidas uniformemente a lo largo de la circunferencia del soporte 14 del elemento sensor 9' y, como consecuencia, son adecuadas para detectar la temperatura en toda la circunferencia del elemento de fijación 1 en correspondencia con una zona A y B, respectivamente.

30 El soporte 14 puede ser un soporte monocapa o multicapa. Por ejemplo, el soporte 14 puede tener una estructura multicapa como la mostrada en las figuras 3 a 10, es decir, puede comprender una pluralidad de soportes (14a y 14b en las figuras 6 a 10).

35 Ventajosamente, el soporte 14 puede ser fabricado con las tecnologías de circuitos impresos flexibles o de películas delgadas. Ventajosamente, el uso de la tecnología de películas delgadas permite a los fabricantes obtener soportes 14 que son especialmente resistentes a las altas temperaturas.

40 Según el ejemplo mostrado en la figura 16, las uniones de termopar 18a y 18b son uniones pasantes, es decir, se realizan mediante vías, y el soporte 14 tiene también pistas P (hechas indistintamente de constantán o de cobre) orientadas hacia el exterior, es decir, interpuestas, en el uso, entre el soporte 14 y el elemento de fijación 1. Por lo tanto, en este caso, el cilindro sensor 60 se fija ventajosamente en el interior de la cavidad 5 del elemento de fijación 1 por medio de una resina o cola. Ventajosamente, la cavidad 5 está revestida con una capa de material eléctricamente aislante (conocido y no mostrado), que está diseñada para ser interpuesta, en el uso, entre el elemento de fijación 1 y el elemento sensor 9'. Alternativamente, el elemento sensor 60 está recubierto externamente con un material eléctricamente aislante (no mostrado).

En la figura 17, el número 9''' indica una variante del elemento sensor 9' mostrado en la figura 16. En la figura 17, los elementos compartidos con los elementos sensores 9 y 9' mantienen los mismos números de referencia.

50 De forma similar a lo descrito anteriormente para el elemento sensor 9', el soporte 14 del elemento sensor 9''' también está hecho de un material flexible.

55 Debe señalarse que todas las uniones de termopar 18a y 18b del ejemplo mostrado en la figura 17 están hechas en la superficie interior del soporte 14, lo que significa que las uniones de termopar 18a y 18b no están fabricadas de forma que sean uniones pasantes en el soporte 14 por medio de vías; por el contrario, se fabrican simplemente superponiendo, en sus extremos, las pistas conductoras de dos materiales termoeléctricamente diferentes, que se disponen en una sola cara del soporte 14, mediante metalizaciones o con una técnica conocida de los circuitos impresos o de la fabricación de dispositivos de película fina. En este caso, ventajosamente, el soporte flexible 14 del elemento sensor 9''' actúa como material eléctricamente aislante con el elemento de fijación 1.

60 Ventajosamente, en los elementos sensores 9' y 9''', la distribución de las uniones de termopar 18a y 18b en toda la circunferencia de las zonas A y B permite a los fabricantes obtener una señal de suma, que tiene en cuenta toda la posible diferencia de temperatura en subzonas de las zonas A y B, con lo que se puede promediar la temperatura de las macrozonas A y B.

De acuerdo con las figuras 16 y 17, el elemento sensor 9' o 9'''' comprende, además, un cilindro aislante 61 hecho de un material eléctricamente aislante, que es mecánicamente elástico o expandible. El cilindro aislante 61 se inserta en el cilindro de detección 60 y está diseñado para presionar el cilindro de detección 60 contra las paredes de la cavidad 5 del elemento de fijación 1, con el fin de evitar el uso de colas o resinas para la conexión del propio elemento sensor 9'' o 9'''' o para mantener el elemento sensor 9'' o 9'''' presionado contra el elemento de fijación 1 durante la etapa de encolado.

Preferiblemente, el cilindro aislante 61 está hecho de materiales que tienen una baja conductividad térmica, inferior a 1 W/mK, para no alterar la temperatura cerca de las zonas A y B y cerca de las uniones de termopar 18a y 18b.

Según una variante que no se muestra en este documento, el elemento sensor 9'' y 9'''' está premontado en un cuerpo de forma cilíndrica y de resina, que aloja adecuadamente el sensor S y los medios para favorecer el intercambio de calor entre el elemento de fijación y el propio sensor S; o bien el cuerpo premontado está insertado en un tubo metálico, que es adecuado para ser introducido en la cavidad 5.

Según variantes que no se muestran aquí, los elementos sensores 9'' y 9'''' no están provistos del cilindro aislante 61 y los respectivos soportes 14 se fijan directamente, mediante colas o resinas, a las cavidades 5 de los respectivos elementos de fijación 1.

Según variantes que no se muestran aquí y que no forman parte de la presente invención, los elementos sensores 9'' y 9'''' , sin el cilindro aislante, se instalan alrededor de los respectivos elementos de fijación, es decir, se instalan en el exterior de los respectivos elementos de fijación, y están debidamente aislados para que los datos detectados no se vean influidos por las temperaturas en el exterior de los elementos de fijación.

En la figura 13, el número 101 indica una variante del tornillo 1. El tornillo 101 comprende un elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' , S (seleccionado entre las variantes descritas anteriormente) insertado en la cavidad 5. El tornillo 101 comprende, además de los componentes ya descritos para el tornillo 1, que mantienen los mismos números de referencia en la figura 13, y en sustitución del conector 22, un dispositivo electrónico 26, que comprende, a su vez, una sección de tratamiento de señales 27, que está conectada al elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' , S, con el fin de captar y reprocesar las señales detectadas por el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S, una sección de comunicación inalámbrica 29, como un módulo Bluetooth o un módulo WiFi, para transmitir las señales en formato digital a una unidad de control externa 30, que está provista de medios de comunicación inalámbricos (conocidos) 31, una sección de alimentación de batería 33, y/o una sección de captación de energía 34, como, por ejemplo, un microgenerador Peltier.

Ventajosamente, la sección de suministro de potencia de batería 33 y/o la sección de captación de energía 34 pueden ser sustituidas o combinadas con una fuente de alimentación inalámbrica. Por ejemplo, según una variante que no se muestra en el presente documento, el elemento de fijación 1 puede comprender un inductor (no mostrado), que está diseñado, en el uso, para orientarse hacia el exterior; del mismo modo, un dispositivo de medición puede comprender, a su vez, un inductor, que está diseñado para estar dispuesto cerca, es decir, a una distancia de algunos milímetros de la cabeza del elemento de fijación, con el fin de suministrar energía, sólo en ese momento, a los circuitos a bordo del elemento de fijación 1 y, al mismo tiempo, encargarse del intercambio de datos y, si es necesario, también de la recarga de una posible batería o elemento de almacenamiento de energía eléctrica.

Opcionalmente, el dispositivo electrónico 26 puede incluir una sección de memoria 28 para almacenar las señales en formato digital y/o una sección de control 32 para controlar las posibles resistencias 24.

El dispositivo electrónico 26 está diseñado para capturar, almacenar y transmitir los datos capturados por los elementos sensores 9, 9', 9'', 9''', 9'''' , S, para comunicar dichos datos a la unidad de control 30.

Según la figura 13, el dispositivo electrónico 26 se inserta en el cabezal 3 en la porción de extremo 8.

Según una variante que no se muestra en el presente documento, el dispositivo electrónico 26 está al menos parcialmente fijado en el exterior del tornillo 1; por ejemplo, el microgenerador Peltier y/o los medios de comunicación/alimentación inalámbrica y/o la sección de captación de energía 34 podrían sobresalir del tornillo 1.

En la figura 14, el número 201 indica una variante del tornillo 1 en forma de espárrago.

El espárrago 201 comprende un cuerpo 202 con un eje longitudinal L y tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El espárrago 201 tiene, de manera conocida, dos roscas f1 y f2, que se realizan en correspondencia con los extremos 203 y 204, respectivamente, del cuerpo 202.

El cuerpo 202 tiene una cavidad pasante longitudinal 205 con forma cilíndrica. El espárrago 201 comprende un elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' , S (seleccionado entre las variantes descritas anteriormente) insertado en la cavidad 205. Según la figura 14, la cavidad 205 tiene una porción final 208, que tiene una sección mayor que le permite albergar, por ejemplo, un dispositivo electrónico 26 del tipo descrito anteriormente para el tornillo 101.

Preferiblemente, el alojamiento 208 se realiza en la zona del espárrago 26 que está diseñada para proyectarse hacia el exterior del órgano mecánico y no puede someterse a tensiones.

Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S se instala en el exterior del elemento de fijación y está debidamente aislado para que los datos detectados no se vean influidos por las temperaturas en el exterior del elemento de fijación.

Según la figura 15, el elemento de fijación, en este caso el tornillo 101, puede instalarse en un asiento 39 ya existente de un órgano mecánico 40 para la conexión de dos componentes 41, 42, que son atravesados por un flujo de calor en la dirección de flujo indicada con la línea de corriente térmica F.

En el uso, el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S proporciona una señal proporcional a la diferencia entre las temperaturas Ta y Tb de las isothermas en correspondencia con las zonas A y B del elemento de fijación 1, 101, 201. En otras palabras, según el ejemplo mostrado en la figura 15, la diferencia de temperatura T detectada con las uniones 18a y las uniones 18b es una función del flujo de calor F en el interior del órgano mecánico en correspondencia con el tornillo 101 entre las zonas A y B.

En particular, la señal de tensión de microvoltios Vab emitida por el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S está dada por la ecuación:

$$V_{ab}=n*(Sc1 - Sc2) * (Ta-Tb)$$

donde:

n es el número de termopares 19;

Sc1 es el coeficiente Seebeck de un conductor del termopar, por ejemplo, el cobre de una pista de cobre Pcr;

Sc2 es el coeficiente Seebeck del otro conductor del termopar, por ejemplo, el constantán de una pista de constantán Pcc;

Ta es la temperatura de las uniones de termopar 18a en correspondencia con la zona A; y

Tb es la temperatura de las uniones de termopar 18b en correspondencia con la zona B.

En el caso del constantán, el coeficiente Seebeck es aproximadamente -35 [µV/K], mientras que el coeficiente Seebeck del cobre es de aproximadamente 6,5 [µV/K]. La elección del constantán y del cobre como materiales utilizados para los termopares 19 permite a los fabricantes obtener una señal Vab del elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S que tiene un desarrollo más uniforme, en el rango de temperatura deseado, en comparación con la elección de otros materiales.

Cabe señalar que los termopares 19 no necesitan ser alimentados con energía (a diferencia de lo que ocurre con el uso de termómetros de resistencia) para entregar la señal Vab relativa a la diferencia de temperatura (Ta-Tb); por lo tanto, el uso de los termopares 19 es particularmente ventajoso cuando el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S es alimentado por una batería o por fuentes de energía con una capacidad limitada (como en el caso de la captación de energía).

Las señales detectadas Vab se envían a una unidad de control 30 en modo inalámbrico, por medio del dispositivo 26; alternatively, en caso de que se utilice el sistema mostrado en la figura 1, las señales se envían por medio de los cables 20 (por ejemplo, en caso de una prueba de banco de un órgano mecánico). La unidad de control 30, 23 procesa las señales Vab y emite señales de alarma, por ejemplo, en caso de que se superen los valores umbral.

Ventajosamente, la producción de una señal relativa a la diferencia de temperatura (Ta-Tb) en el interior del elemento sensor único 9, 9', 9'', 9''', 9'''' S permite a los fabricantes obtener, de manera extremadamente barata, ligera, fácil y rápida y en espacios reducidos, resultados relativos al funcionamiento del órgano mecánico 40 en el que está instalado.

En efecto, la inclinación de la curva obtenida con las señales detectadas Vab indica la rapidez con la que cambia una temperatura determinada y, por consiguiente, el posible estrés térmico al que está sometido el órgano mecánico 40.

Además, ventajosamente, es posible determinar el apriete correcto del elemento de fijación 1, 101, 201 en caso de utilización de un sensor S que comprende uno o varios elementos de calentamiento (por ejemplo, una resistencia 24 o una o varias resistencias SMT montadas en las almohadillas dedicadas), que se activan para calentar una de las zonas A o B. De este modo, se obtiene una variación de la señal Vab (dadas las mismas condiciones ambientales)

en función del intercambio de calor (debido a la diferente disipación de calor por conducción causada por la variación de la resistencia térmica entre el elemento de fijación y el órgano mecánico) entre el órgano mecánico 40 y el elemento de fijación 1, 101, 201. En otras palabras, cuando se utiliza un sensor del tipo S'', es posible utilizar la señal Vab, cuando se activa la resistencia 24, para determinar el apriete correcto (o la falta de él) del elemento de fijación 1, 101, 201 en el órgano mecánico 40. Obviamente, lo mismo se aplica a todas las demás soluciones mencionadas anteriormente y no mostradas aquí, que implican la aplicación de resistencias.

Los sensores S, Sb, S' y S'' descritos anteriormente tienen, además, las siguientes ventajas: alta repetibilidad y estabilidad en el tiempo; bajo consumo de energía (para los sensores sin calentadores); una buena linealidad en el rango de temperaturas de uso; y costes relativamente bajos.

Según una variante que no se muestra aquí y que no forma parte de la presente invención, el elemento de fijación comprende, en lugar del elemento sensor 9 o 9', un par de detectores de temperatura absolutos, como, por ejemplo, termómetros de resistencia Pt100 o Pt1000 (generalmente conocidos como detectores de temperatura de resistencia - RTD). Sin embargo, un sistema de este tipo implica unos costes de fabricación mayores que los de un elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S como el descrito anteriormente y los termómetros de resistencia deben ser alimentados con energía (aumento de los consumos y de los costes).

Según una variante que no se muestra aquí, un elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S comprende, como elemento calefactor, un termómetro de resistencia, en particular un termómetro de resistencia Pt100 o Pt1000. A este respecto, hay que señalar que un termómetro de resistencia Pt100 o Pt1000 es una resistencia que varía su valor resistivo en función de la temperatura y que puede actuar también como calentador, si se le suministra adecuadamente una potencia, concretamente potencias de al menos 10 mW, preferiblemente potencias que van de 50 mW a 1 W. Por lo tanto, la adición de un termómetro de resistencia, en particular un termómetro de resistencia Pt100 o Pt1000, además de permitir la medición del gradiente térmico indicado anteriormente, también permite que el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S mida la temperatura absoluta en las zonas A y B y detecte el desenroscamiento. Es posible adoptar un control electrónico que permita utilizar el termómetro de resistencia alternativamente como calentador o como medidor de la temperatura absoluta. Por lo tanto, si un sensor S comprende un termómetro de resistencia que actúa como elemento calefactor, el termómetro de resistencia puede ser alimentado para que funcione alternativamente como calefactor o como detector de temperatura absoluta en la zona A o B.

Evidentemente, el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S puede instalarse en el interior de elementos de fijación distintos del tornillo 1, 101 y del espárrago 201 (como tirantes o similares).

El uso del elemento de fijación (como el tornillo 1, 101 o el espárrago 201) permite colocar el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S cerca de un órgano mecánico 40 a controlar, por ejemplo, un motor/componentes de máquinas automáticas/acoplamientos cinemáticos, utilizando asientos 39 que normalmente ya están disponibles en los propios órganos mecánicos 40. Además, los elementos de fijación 1, 101, 201 según la invención tienen dimensiones estándar y pueden sustituir a elementos de fijación similares ya utilizados. De este modo, el elemento de fijación 1, 101, 201 también puede instalarse en el interior de los órganos mecánicos 40 ya existentes, minimizando los tiempos y costes de instalación, si es necesario como reemplazo de los elementos de fijación que ya se están utilizando. Además, dadas las dimensiones extremadamente pequeñas del elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S, el volumen y el peso del elemento de fijación 1, 101, 201 pueden reducirse al mínimo.

Los elementos de fijación 1, 101, 201 hechos de los materiales indicados anteriormente (titanio; aleaciones de níquel-cromo generalmente conocidas como INCONEL®; acero inoxidable X1CrNiMoAlTi12-11-2 generalmente conocido como MLX17®; acero inoxidable X1NiCrMoAlTi12-10-2 generalmente conocido como MLX19®; acero inoxidable endurecido por precipitación comprendido entre 13-8 o 15-5 o 17-4; acero con composición Si, 19 00-21,00 Cr, 33,00-37,00 Ni, 9,00-11,00 Mo, 1,00 max. Ti, 0,01 B, 1,00 max Fe, Bal Co generalmente conocido como MP35N®; acero con níquel y cobalto generalmente conocido como MARAGING® y/o VASCOMAX®, por ejemplo, MARAGING300 o AER-MET®100; acero AISI4340 y AISI304) se caracterizan por un peso reducido y, al mismo tiempo, por una elevada resistencia mecánica. Por lo tanto, los elementos de fijación 1, 101, 201 fabricados con uno de los materiales indicados anteriormente pueden ser utilizados en órganos mecánicos que requieran una reducción de los pesos y/o de las dimensiones, asegurando al mismo tiempo una alta resistencia mecánica, lo que ocurre en aplicaciones aeronáuticas o en aplicaciones para coches deportivos/de competición.

Además, el uso de los materiales indicados anteriormente permite a los fabricantes aligerar el interior de los elementos de fijación 1, 101, 201, para poder instalar el elemento sensor 9, 9', 9'', 9''', 9''''', S y, al mismo tiempo, asegurar la resistencia mecánica del elemento de fijación 1, 101, 201 a pesar de la cavidad interior de aligeramiento 5. Evidentemente, las formas y dimensiones máximas de la cavidad de aligeramiento 5 se establecen en función de los datos de diseño, en particular la carga máxima y la resistencia a la tensión que debe garantizar el elemento de fijación 1, 101, 201.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de fijación (1; 101; 201), en particular un tornillo o un espárrago, que comprende un cuerpo (2; 202), que es cilíndrico y tiene un eje longitudinal (L) y un elemento sensor (9'''; 9'''''), que está diseñado para detectar una diferencia de temperatura entre una primera y una segunda zona (A, B) de dicho cuerpo (2; 202); donde dicha primera y segunda zona (A, B) están separadas a lo largo del eje longitudinal (L) de dicho cuerpo (2; 202) del elemento de fijación, donde dicho cuerpo comprende una cavidad (5) que se extiende a lo largo del eje longitudinal (L) del cuerpo y que tiene una sección transversal con forma circular, alojando dicha cavidad (5) dicho elemento sensor (9'''; 9'''''); donde dicho elemento sensor (9'''; 9''''') comprende, a su vez, un primer y un segundo conductor (Pcc, Pcr), que están conectados entre sí en correlación con una primera y una segunda unión de termopar (18a, 18b) en correspondencia con la primera y, respectivamente, la segunda zona (A, B) de dicho cuerpo (2; 202); donde la primera y la segunda unión de termopar (18a, 18b) están diseñadas para detectar una señal (Vab) relativa a la diferencia de temperatura entre dicha primera y segunda zona (A, B); **caracterizándose** dicho elemento de fijación porque el elemento sensor (9'''; 9''''') comprende un soporte (14), que está hecho de un material flexible; donde el soporte (14) se dobla para formar un cilindro sensible (60) insertado en dicha cavidad (5) del elemento de fijación; donde dicha primera unión de termopar (18a) y dicha segunda unión de termopar (18b) están formadas en el soporte de modo que estén dispuestas en correspondencia con la primera y segunda zona (A, B), respectivamente.
2. Un elemento de fijación (1; 101; 201) según la reivindicación 1, en el que el conjunto formado por el primer y el segundo conductor (Pcc, Pcr) y por la primera y la segunda unión de termopar (18a, 18b) es un termopar (19); en el que el elemento sensor (9'''; 9''''') comprende una pluralidad de termopares (19), que están conectados entre sí en serie y están diseñados para detectar la diferencia de temperatura entre la primera y la segunda zona (A, B) de dicho cuerpo (2; 202).
3. Un elemento de fijación (1; 101; 201) según la reivindicación 1 o 2, en el que el elemento sensor (9'''; 9''''') comprende una o más zonas conductoras de calor (Z1; Z2; R; R1, R2, R3, R4), cada una de ellas dispuesta por una zona respectiva (A; B).
4. Un elemento de fijación (1; 101; 201) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento sensor (9; 9'') comprende un sensor multicapa (S'').
5. Un elemento de fijación (1; 101; 201) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende una resistencia (24), que está dispuesta por una o más uniones de termopar (18a, 18b).
6. Elemento de fijación (1; 101; 201) según la reivindicación 5, en el que la resistencia es un termómetro detector de temperatura resistivo, en particular un Pt100 o Pt1000, que está diseñado para ser utilizado como calentador y/o medidor.
7. Un elemento de fijación según la reivindicación 1 o 2, en el que el elemento sensor (9'; 9''''') comprende un material eléctricamente aislante, que se inserta en dicha cavidad (5) y está diseñado para aislar eléctricamente dichos conductores entre sí.
8. Elemento de fijación (1; 101; 201) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y que comprende un dispositivo electrónico (26), que comprende, a su vez:
 - una sección de tratamiento de señales (27), que está conectada a dicho elemento sensor (9'; 9'''''), para captar y reprocesar las señales (Vab) proporcionadas por dicho elemento sensor (9'; 9'''''); y
 - una sección de comunicación inalámbrica (29) para transmitir las señales (Vab) a una unidad de control externa (30), que está provista de medios de comunicación inalámbrica (31).
9. Un elemento de fijación (1; 101; 201) según la reivindicación 8, en el que el dispositivo electrónico (26) comprende una o más de las siguientes secciones a elegir: una sección de memoria (28) para almacenar las señales (Vab); una sección de control (32) para controlar las posibles resistencias (24); una sección de suministro de potencia de batería (33); y una sección de captación de energía (34), como, por ejemplo, un microgenerador Peltier.
10. Un método para detectar un flujo de calor (F) en el interior de un órgano mecánico (40) mediante un elemento de fijación (1; 101; 201) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; comprendiendo el método los pasos de:
 - instalar dicho elemento de fijación (1; 101; 201) en el órgano mecánico (40);
 - detectar dichas señales proporcionales a la diferencia de temperatura entre la primera y la segunda zona (A, B) de dicho cuerpo (2; 202) del elemento de fijación (1; 101; 201) durante la operación del órgano mecánico (40);
 - comunicar dichas señales a una unidad de control (23; 30); y

- procesar dichas señales por medio de la unidad de control (23; 30).

5 11. Un método según la reivindicación 10, en el que el elemento sensor (9'; 9''') comprende un termopar (19) o diferentes termopares (19), que están conectados entre sí en serie; estando diseñado cada termopar (19) para detectar la diferencia de temperatura entre la primera y la segunda zona (A, B) de dicho cuerpo (2; 202); donde, durante la etapa de detección, la señal (Vab) detectada por el elemento sensor (9'; 9''') está dada por la siguiente ecuación:

$$V_{ab}=n*(Sc1 - Sc2)*(Ta-Tb)$$

10 donde:

n es el número de termopares (19) del elemento sensor (9'; 9''');

15 Sc1 es el coeficiente Seebeck del primer conductor (Pcr) del termopar (19), por ejemplo, Sc1 es el coeficiente Seebeck del cobre;

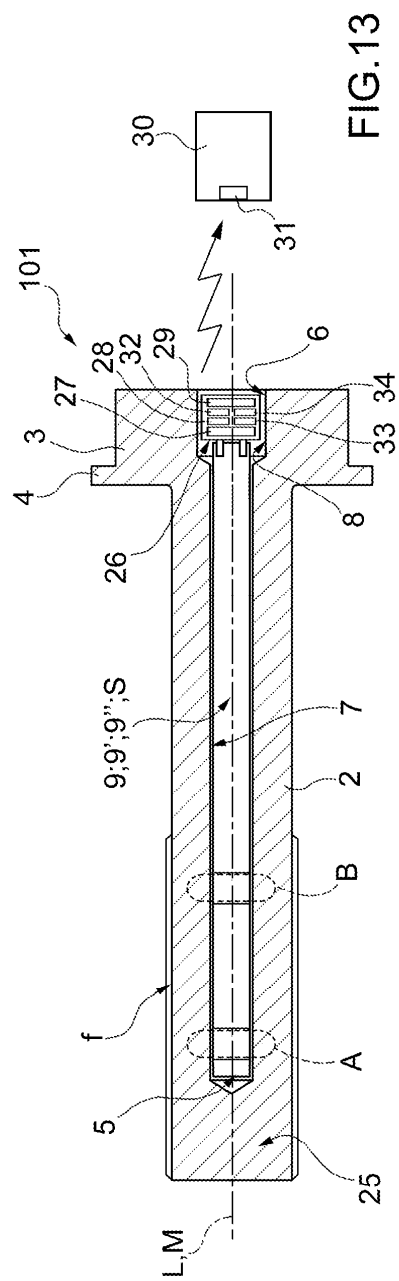
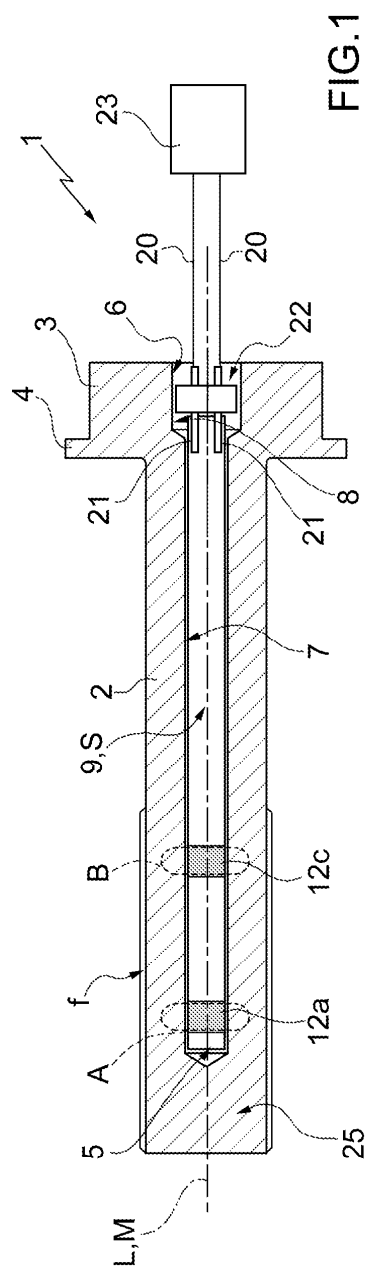
Sc2 es el coeficiente Seebeck del segundo conductor (Pcc) del termopar (19), por ejemplo, Sc2 es el coeficiente Seebeck del constantán;

20 Ta es la temperatura de la primera unión de termopar (18a) en correspondencia con la primera zona (A); y

Tb es la temperatura de la segunda unión de termopar (18b) en correspondencia con la segunda zona (B).

25 12. Un método según la reivindicación 11, en el que el elemento sensor (9'; 9''') comprende un medio de calentamiento (24), al que se le suministra una potencia eléctrica y que está dispuesto en correspondencia con una unión termopar (18a, 18b); en el que, durante la etapa de detección, la temperatura (Ta; Tb) de la respectiva unión termopar (18a; 18b) depende, al menos en parte, de la potencia eléctrica suministrada a dicho medio de calentamiento (24).

30 13. Uso de un elemento sensor (9'; 9''') según la reivindicación 1 para detectar una diferencia de temperatura entre la primera y la segunda zona (A, B) del elemento de fijación (1; 101; 201).



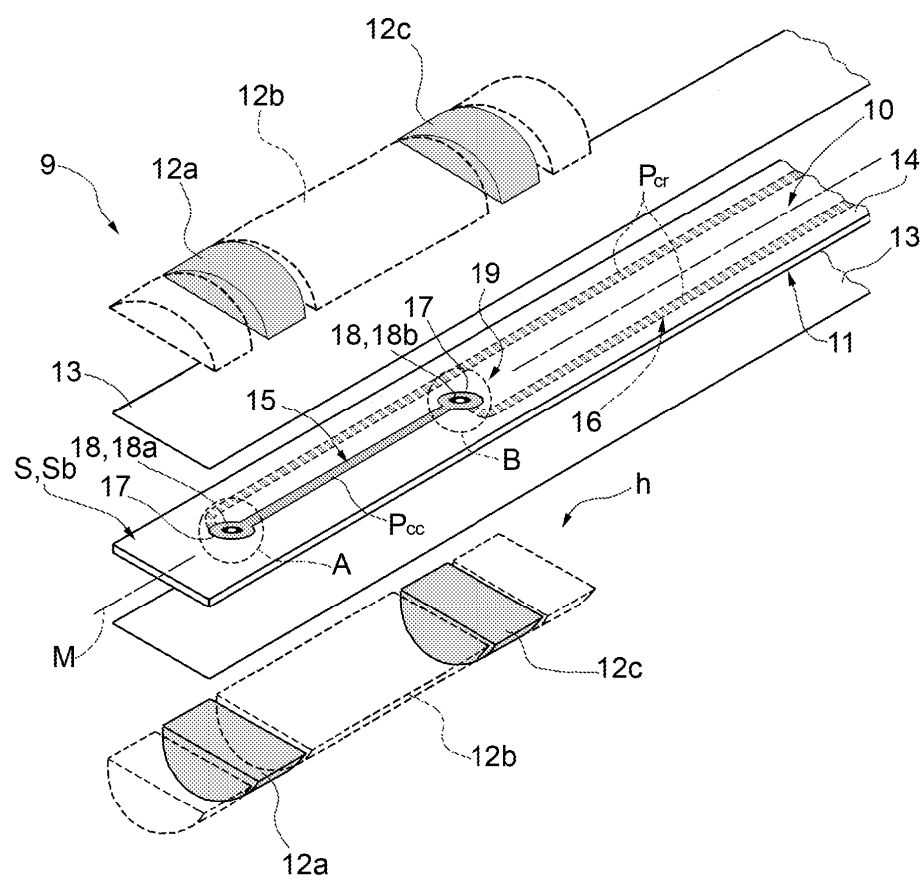
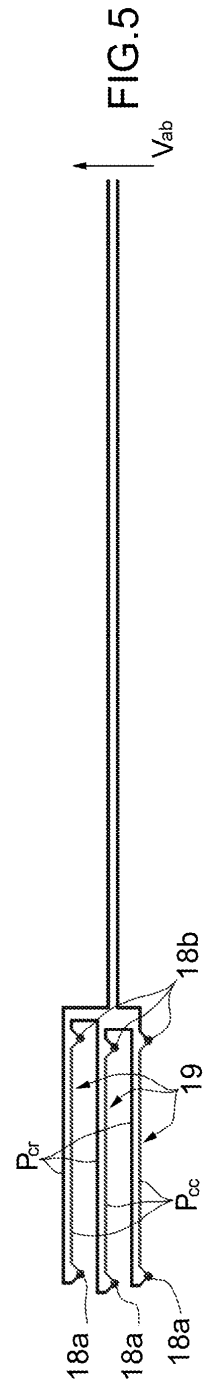
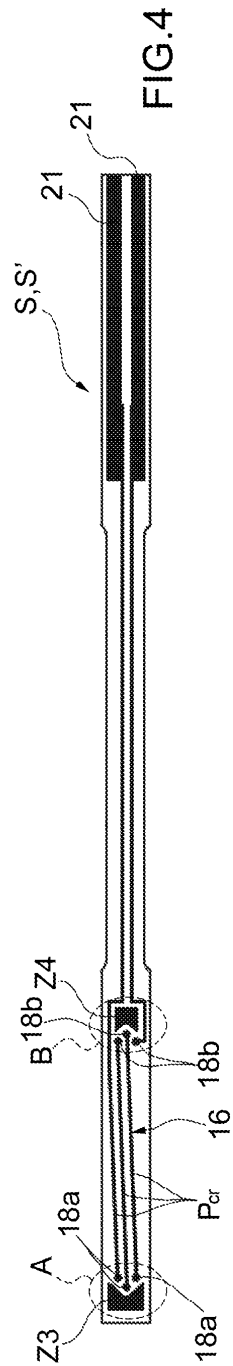
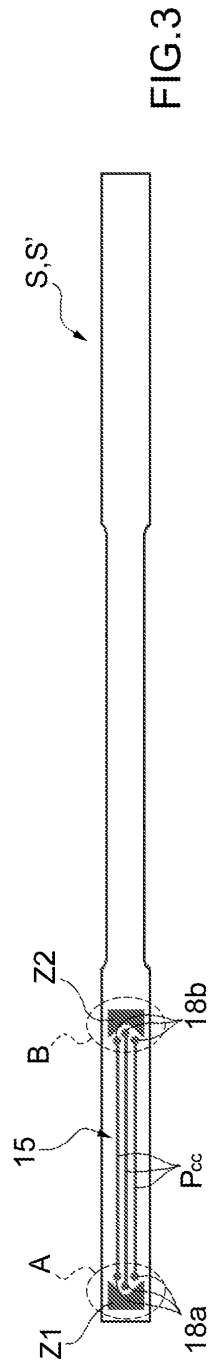
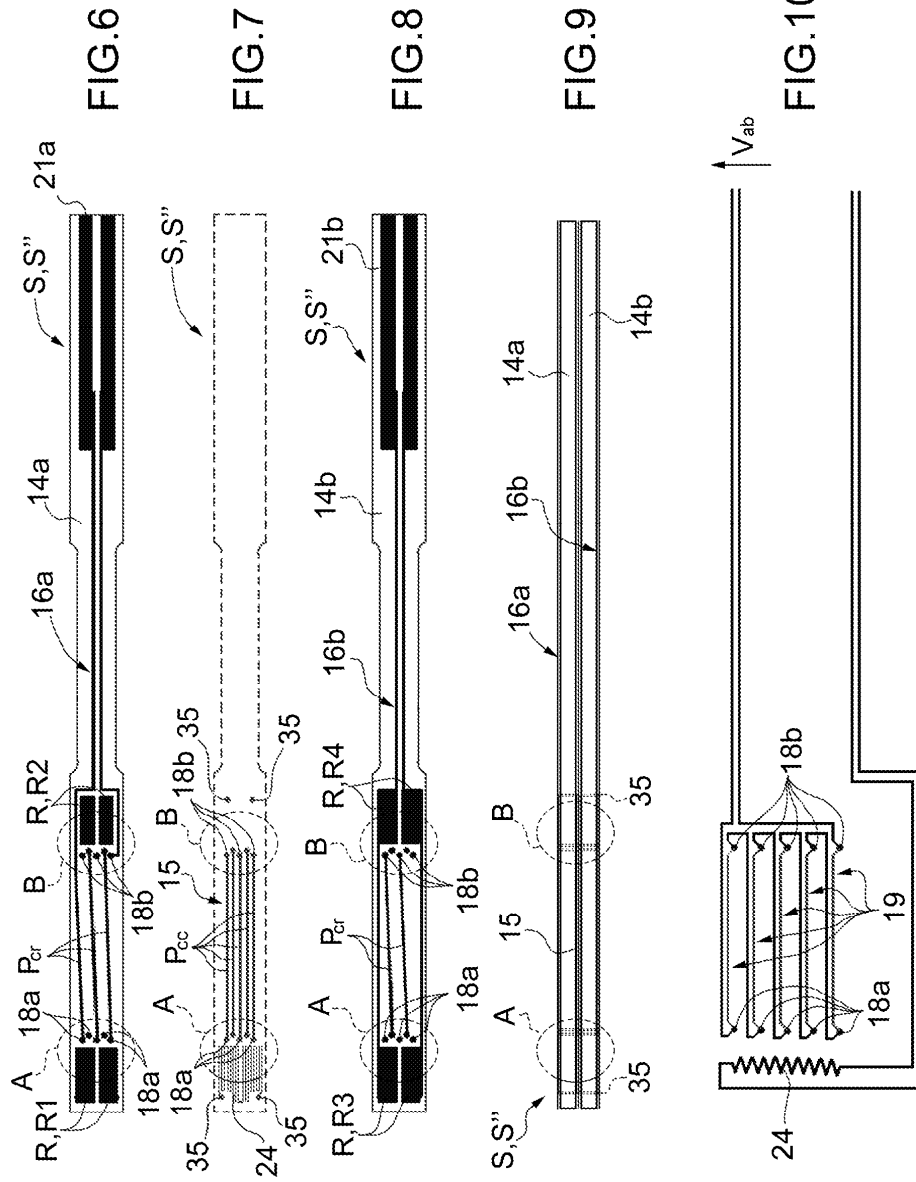
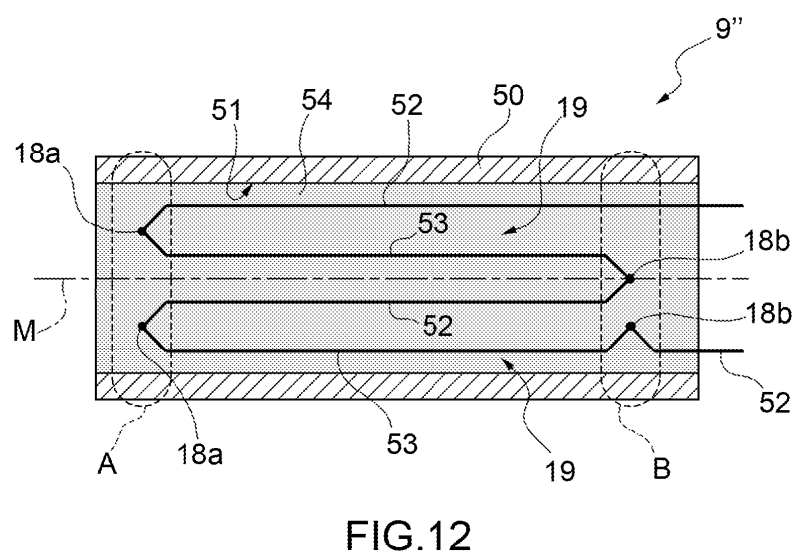
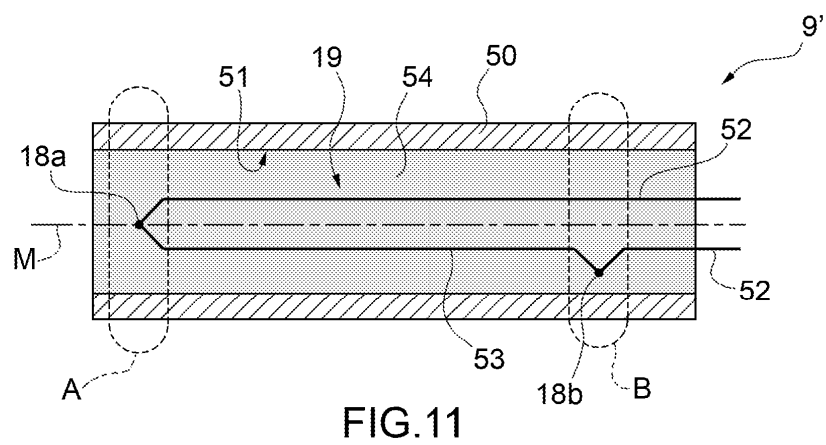
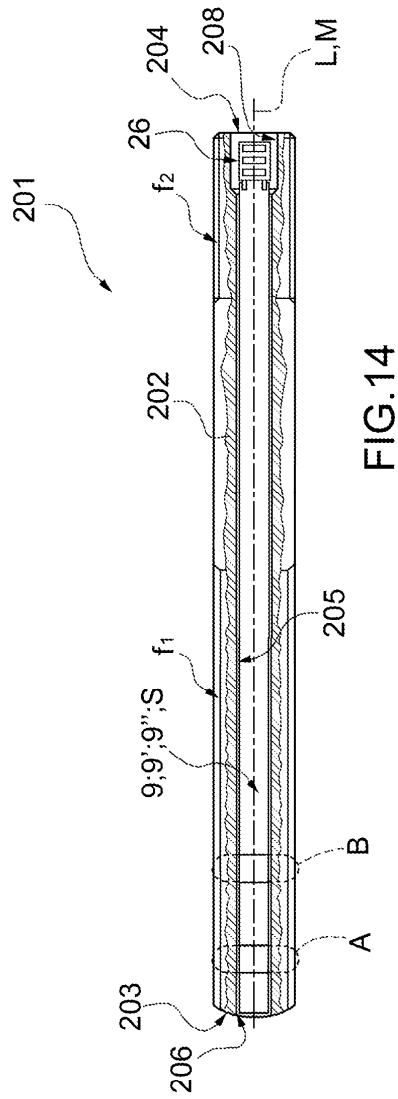


FIG.2









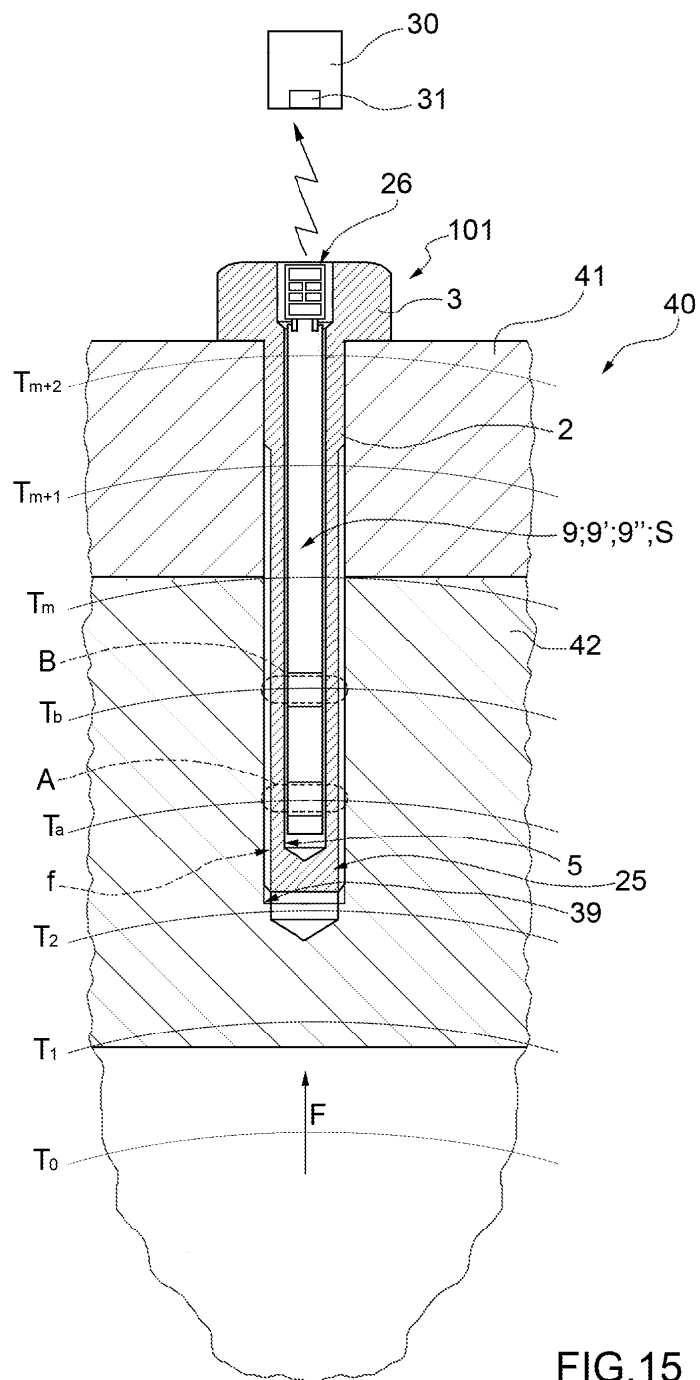


FIG.15

