

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 683 196**

(51) Int. Cl.:  
**F03G 7/06**  
(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2013 PCT/IB2013/060273**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14080344**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2013 E 13820942 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2923083**

---

(54) Título: **Elemento de accionamiento de aleación con memoria de forma con una resistencia a la fatiga mejorada**

(30) Prioridad:

**22.11.2012 IT MI20121988**

(73) Titular/es:

**SAES GETTERS S.P.A. (100.0%)  
Viale Italia 77  
20020 Lainate (MI), IT**

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

**25.09.2018**

(72) Inventor/es:

**NICOLINI, EMANUELE y  
ALACQUA, STEFANO**

(74) Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 683 196 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 accionamiento de aleación con memoria de forma con una resistencia a la fatiga mejorada

- 5 La presente invención se refiere a alambres de aleación con memoria de forma (SMA) que tienen una resistencia a la fatiga mejorada, útiles para ser utilizados como un alambre de un material activo en dispositivos de accionamiento con el objeto de reducir su fallo prematuro en correspondencia con las conexiones de dichos alambres de material activo a los cuerpos estructurales de los dispositivos de accionamiento.
- 10 Un dispositivo de accionamiento puede ser considerado como una estructura mecánica que comprende un cuerpo estructural, un elemento accionable que puede experimentar un desplazamiento relativo con respecto al cuerpo estructural y un elemento de accionamiento conectado operativamente a dicho elemento accionable.
- 15 Los alambres SMA son descritos a menudo como un posible material activo en dispositivos de accionamiento, es decir, un material adecuado para ser utilizado para obtener un elemento de accionamiento para un accionador. Como, por ejemplo, se describe en la Patente europea EP 2171183 B1 a nombre del solicitante, la utilización de alambres SMA está relacionada con su capacidad para transferir una carga y producir un desplazamiento lineal por lo menos de un elemento en el cuerpo estructural de un sistema de accionamiento. Este desplazamiento puede ser obtenido por medio de la activación térmica del alambre SMA.
- 20 Es sabido que el fenómeno de memoria de forma consiste en el hecho de que una pieza mecánica fabricada de una aleación que presenta dicho fenómeno es capaz de una transición, con un cambio de temperatura, entre dos formas que han sido preestablecidas en el momento de la fabricación, en un tiempo muy corto y sin posiciones de equilibrio intermedias. Un primer modo en el que se puede producir el fenómeno es el denominado de "vía única" en el que la pieza mecánica puede cambiar de forma en una única dirección con el cambio de temperatura, por ejemplo, pasando de la forma A a la forma B, mientras que el cambio inverso de la forma B a la forma A requiere la aplicación de una fuerza mecánica.
- 25 Por el contrario, en el modo denominado de "dos vías" ambas transiciones pueden ser producidas por medio de cambios de temperatura, siendo este el caso de la aplicación de la presente invención. Esto sucede gracias a la transformación de la estructura microcristalina de la pieza que pasa de un tipo denominado martensítico, estable a temperaturas más bajas, a un tipo denominado austenítico, estable a temperaturas más elevadas, y viceversa (transición M/A y A/M).
- 30 Un alambre SMA debe ser conformado de modo que pueda mostrar sus características de elemento de memoria de forma, y el proceso de conformación de un alambre SMA habitualmente permite inducir de una manera muy repetible una transición de fase martensita/austenita (M/A) cuando el alambre es calentado, e inducir una transición de fase austenita/martensita (A/M) cuando el alambre es enfriado. En la transición M/A el alambre experimenta un acortamiento del 3 al 5% que se recupera cuando el alambre se enfriá, y mediante la transición A/M vuelve a su longitud original.
- 35 Esta característica de los alambres SMA que se contraen con el calentamiento y se vuelven a extender con el enfriamiento ha venido siendo explotada durante largo tiempo para la fabricación de actuadores que son muy sencillos, compactos, fiables y económicos. Un dispositivo de accionamiento que comprende un alambre SMA es utilizado habitualmente para hacer que un elemento accionable se desplace desde una primera posición estable a una segunda posición estable y viceversa. Se debe tener en cuenta que en esta memoria se pretende que el término "elemento accionable" tenga un significado muy genérico, dado que puede adoptar innumerables formas según las necesidades específicas de fabricación.
- 40
- 45
- 50 El alambre SMA está conectado habitualmente al elemento accionable mediante elementos de acoplamiento en los puntos de conexión. Un acoplamiento típico consiste en engarzar el alambre SMA directamente en un medio de conexión, como por ejemplo un conector engarzado de anillo de latón de aro tórico o un conector engarzado de unión.
- 55 Normalmente se considera que el desprendimiento y la rotura del alambre en condiciones de sobrecarga en correspondencia con dichos puntos de conexión están entre las causas más críticas de fallo de los dispositivos de accionamiento.
- 60 El problema técnico más grave es el fallo prematuro de los alambres SMA en sus puntos de conexión debido a la fatiga. De hecho, el engarzado tiene como resultado a menudo deformaciones locales y/o grietas microscópicas del alambre en sus puntos de conexión, lo que tiene como resultado un deterioro estructural progresivo y localizado que se produce cuando un elemento de accionamiento de alambre SMA es sometido a cargas cíclicas, es decir, durante su funcionamiento normal.
- 65 Este problema se produce muy frecuentemente en dispositivos de accionamiento no lineales en los que el elemento de accionamiento de alambre SMA no es coplanario con el cuerpo del dispositivo de accionamiento, de modo que

genera fuerzas de accionamiento no lineales, lo cual es habitualmente el caso, por ejemplo, de los actuadores para las válvulas de control de caudal y de los espejos retrovisores antideslumbramiento. Dado que los extremos del elemento de accionamiento de alambre SMA están engarzados sobre el cuerpo del dispositivo de accionamiento, las fuerzas de accionamiento no lineales ejercidas por el alambre SMA tienen como resultado no solamente esfuerzos de tracción en los puntos de conexión, sino también esfuerzos de doblado y de torsión que incrementan la situación global local de esfuerzo del alambre SMA, produciendo su fallo prematuro.

La solicitud de Patente internacional publicada como WO 2004/097218 (NANOMUSCLE INC) da a conocer una aleta rotativa para controladores de caudal que es accionada por medio de uno o varios alambres SMA. Durante el funcionamiento, la aleta rotativa gira alrededor de un eje predeterminado en un cierto grado determinado por la magnitud de la fuerza de rotación ejercida por los alambres SMA. Este documento no se pronuncia sobre cómo solucionar un fallo prematuro de los alambres SMA en relación con la fatiga, con particular referencia a sus puntos de conexión con el anclaje de sujeción o con el vástago de la aleta rotativa.

La solicitud de Patente de EE.UU. publicada como US 20050199845 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) da a conocer un gran número de realizaciones basadas en actuadores de aleta para ser utilizados en válvulas de descarga de presión activas en las que los elementos de accionamiento activos podrían tener la forma de un resorte o un alambre. Los alambres de aleación con memoria de forma son descritos como posibles elementos de accionamiento activos alternativos y el documento está enfocado en el acoplamiento de uno de sus extremos a uno de los lados laterales de un elemento de aleta. En otras palabras, incluso si el movimiento tiene como resultado una rotación del elemento de aleta, los alambres SMA son utilizados con el objeto de ejercer, como práctica corriente, una fuerza de tracción sobre un elemento accionable (es decir, el elemento de aleta) con respecto a un punto fijo, que es el punto de conexión del alambre SMA al cuerpo del accionador de aleta. Dichas realizaciones requieren además un posicionamiento interno de los elementos estructurales del actuador que afecta negativamente a las dimensiones globales del dispositivo de accionamiento, es decir, no permite una profundidad deseable relativamente pequeña. En cualquier caso, en todas las realizaciones, incluso si solo están relacionadas con el desplazamiento lineal, no se considera el problema de la resistencia de los alambres a la fatiga.

La solicitud de Patente de EE.UU. publicada como US 20120198835 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) da a conocer diversos tipos de métodos de unión de un alambre de material activo a un elemento de conexión (es decir, un conector de aro tórico) en los que la resistencia de los alambres de material activo mejora al dotarlos de una parte extrema ensanchada. Esto permite evitar posiblemente la utilización de métodos de engarzado para la conexión y por consiguiente reducir el deterioro potencial de los alambres de material activo. Todos estos métodos tienen el inconveniente de precisar un estricto control en el proceso de fabricación para la formación de la parte extrema ensanchada del alambre con el objeto de evitar la acumulación de esfuerzos internos o de cambios estructurales colaterales en el alambre SMA. Además, los alambres de material activo descritos en el documento US 20120198835 A están dirigidos solamente al desplazamiento lineal de, por lo menos, un elemento accionable de un dispositivo de accionamiento, pero el documento no se pronuncia sobre la aplicación de alambres de material activo en dispositivos de accionamiento que tengan un desplazamiento no lineal, tales como por ejemplo los dispositivos de accionamiento de aleta rotativa.

La Patente US. 4965545 da a conocer un actuador rotativo que proporciona un par de poleas diferenciales que tienen un alambre de aleación con memoria de forma. El alambre de aleación con memoria de forma pasa por un ciclo térmico a través de su temperatura de transición de cambio de fase y se contrae. Los extremos de los alambres están fijados a los lados opuestos del par de poleas, de modo que las fuerzas de tensión aplicadas mediante los extremos de los alambres tienen como resultado un par neto que produce una rotación relativa entre el par de poleas y una base de referencia. El ciclo térmico se obtiene haciendo que circule una corriente eléctrica a través del alambre con aleación de memoria de forma por medio de cables eléctricos conectados a los extremos de los alambres fijados a los lados opuestos del par de poleas.

La publicación internacional WO 2007/113478 A1 da a conocer un aparato de accionamiento de la lente de una cámara para el movimiento impulsor de la lente de una cámara soportada en una estructura de soporte mediante un sistema de suspensión. El aparato incorpora un subconjunto que comprende un alambre SMA conectado, por lo menos, a un elemento de montaje que está montado en la estructura de soporte. Un circuito de control controla el calentamiento del alambre SMA en respuesta a una medición de su resistencia.

En una realización del aparato de accionamiento dado a conocer en el documento WO 2007/113478, un fragmento de un alambre SMA está dispuesto en un bucle continuo con sus extremos y solapándose. Dos elementos de montaje formados cada uno de ellos como una pieza de metal alargada están conectados al fragmento de alambre SMA mediante engarzado. En particular, los extremos de los elementos de montaje están engarzados cada uno de ellos sobre el fragmento de alambre SMA para formar los medios de engarzado respectivos. A continuación se monta el subconjunto en la cámara mediante la fijación de los dos elementos de montaje en el exterior de una pared anular de la estructura de soporte y mediante la conexión del alambre SMA a la estructura de soporte. Los elementos de montaje están montados en rebajes proporcionados en la pared anular, por ejemplo, mediante adhesivo, estampado en la pared o algún otro medio.

No obstante, tanto en el actuador rotativo del documento US 4965545 como en el aparato de accionamiento de la lente de la cámara del documento WO 2007/113478, los alambres SMA ejercen fuerzas de accionamiento no lineales que tienen como resultado no solo esfuerzos de tracción, sino también esfuerzos de doblado y torsión que, tal como se ha explicado anteriormente, incrementan la situación de tensión global local de los alambres SMA en sus puntos de conexión engarzados, produciendo de este modo su fallo prematuro.

El objetivo de la presente invención es por consiguiente superar los inconvenientes y los límites de los elementos de accionamiento conocidos basados en alambres SMA y, en particular, proporcionar un elemento de accionamiento de alambre SMA que tenga una resistencia a la fatiga mejorada.

Según la invención, se proporciona un elemento de accionamiento de alambre SMA que comprende un alambre de aleación con memoria de forma previsto para ser conectado operativamente a un elemento accionable de un dispositivo de accionamiento, un primer y un segundo elementos alargados fabricados de un material distinto de SMA, estando dichos elementos alargados retenidos respectivamente en un primer extremo de los mismos a los extremos del alambre de aleación con memoria de forma mediante medios de engarzado. El elemento de accionamiento de alambre SMA comprende además un primer y un segundo medios de conexión previstos para ser conectados operativamente al cuerpo de un dispositivo de accionamiento, estando los elementos alargados retenidos respectivamente en el segundo extremo de los mismos a dichos medios de conexión, con lo que la parte de cada elemento alargado comprendida entre sus primer y segundo extremos es libre de moverse entre los medios de engarzado y los medios de conexión.

Gracias a estas características, el elemento de accionamiento de alambre SMA de la invención está dotado de un par de elementos extremos deformables formados por los elementos alargados y los elementos de conexión retenidos en sus extremos, siendo estos elementos extremos adecuados para ser conectados a un dispositivo de accionamiento en vez de los extremos del elemento de accionamiento de alambre SMA con el objeto de descargar los esfuerzos por fatiga en sus extremos engarzados durante su funcionamiento.

Los elementos alargados están configurados de tal modo que son flexibles elásticamente en condiciones de funcionamiento normales del elemento de accionamiento de alambre SMA, de modo que absorben de manera efectiva los esfuerzos producidos por los movimientos del elemento de accionamiento de alambre SMA sin quedar deformados de manera permanente. Por ello, el comportamiento del elemento de accionamiento de alambre SMA puede ser mantenido a lo largo del tiempo.

La ventaja principal que presenta la invención es que la presencia de un par de elementos extremos deformables elásticamente permite fabricar un elemento de accionamiento de alambre SMA particularmente adecuado para dispositivos de accionamiento no lineales, tales como, por ejemplo, actuadores para válvulas de control de caudal y espejos retrovisores antideslumbramiento.

Otra ventaja que presenta la invención es que el elemento de accionamiento de alambre SMA puede ser utilizado de manera efectiva asimismo en dispositivos de accionamiento lineales estándar.

La presencia de elementos extremos elásticamente flexibles permite asimismo de manera ventajosa facilitar el montaje del elemento de accionamiento de alambre SMA en un dispositivo de accionamiento, al ser el material activo de un alambre SMA, en general, poco doblable, debido a su proceso de conformación y ocasionando por lo tanto problemas en el montaje.

La invención será descrita además haciendo referencia a los dibujos siguientes:

- la figura 1 muestra una representación esquemática de un elemento de accionamiento de alambre según la presente invención;
- la figura 2 muestra una representación esquemática de una realización de un dispositivo de accionamiento que comprende un elemento de accionamiento de alambre según la presente invención;
- la figura 3 muestra una representación esquemática de otro dispositivo de accionamiento que comprende un elemento de accionamiento de alambre según la presente invención;
- la figura 4 muestra una representación esquemática de una parte de una bobina que comprende una pluralidad de elementos de accionamiento de alambre según la presente invención.

La figura 1 muestra un elemento de accionamiento -1- de alambre SMA que comprende un alambre SMA -2- y dos elementos alargados -4- y -4'- fabricados de un material no SMA. Los elementos alargados -4- y -4'- están conectados respectivamente en un primer extremo de los mismos a cada extremo del alambre SMA -2- mediante medios de engarzado -3- y -3'-.

Los segundos extremos, o extremos libres, de los elementos alargados -4-, -4'- opuestos a los primeros extremos pueden estar fijados a los puntos de conexión respectivos disponibles en el cuerpo de un dispositivo de accionamiento (no mostrado). Con este fin, el elemento de accionamiento -1- de alambre SMA comprende además un primer y un segundo medios de conexión -6-, -6'- a los que están retenidos respectivamente los elementos

alargados -4-, -4'- en sus segundos extremos.

Los elementos alargados -4- y -4'- tienen la forma de alambres y pueden ser fabricados de acero inoxidable, de materiales poliméricos o de fibra de carbono.

5 Los elementos alargados están configurados de tal modo que son flexibles elásticamente en las condiciones normales de funcionamiento del elemento de accionamiento -1- de alambre SMA. Con este fin, los elementos alargados -4-, -4'- tienen preferentemente una proporción entre diámetro y longitud, es decir una proporción de esbeltez, comprendida entre aproximadamente 1:50 y 1:75. Por ejemplo, el diámetro puede ser escogido entre 100 y 10 200 µm y la longitud entre 5 y 15 mm.

15 Con el objeto de distinguir si un elemento alargado -4- o -4'- es adecuado para ser utilizado para obtener un elemento de accionamiento según la presente invención, es importante evaluar si es más elástico y flexible con respecto al alambre SMA -2-. Un elemento se define como "elástico" si puede recuperar las dimensiones y la forma después de la deformación. Un elemento se define como "flexible" si puede ser doblado sin romperse. Ambas 20 propiedades de un elemento alargado pueden ser evaluadas por medio del ensayo de doblado rotativo, tal como el descrito en la publicación científica "Estudio de los efectos de las modificaciones superficiales y del procesamiento en las propiedades a la fatiga del alambre NITI", de Mark A. Polinski y otros, publicado el año 2008 en el SMST - 25 2006, Actas de la conferencia internacional sobre tecnologías de memoria de forma y de superelasticidad.

20 Los medios de engarzado adecuados para ser utilizados para conectar los extremos del alambre SMA a los primeros extremos de los elementos alargados -4-, -4'- pueden ser seleccionados entre los medios estándar de engarzado tales como por ejemplo engarces de tambor.

25 Los medios de conexión -6-, -6'- adecuados para ser utilizados para conectar los segundos extremos de los elementos alargados -4-, -4'- al cuerpo de un dispositivo de accionamiento pueden ser engarces de tambor o medios equivalentes de engarzado, terminales de bandera y rectos o de anillo y de horquilla plana. Dichos terminales 30 pueden ser conectados al cuerpo del actuador mediante encastrado térmico, fusión por ultrasonido, fusión por aire caliente y sonda a presión de una clavija plástica en un engarce estándar.

30 Los medios de conexión -6-, -6'- pueden estar formados de manera ventajosa integralmente con los segundos extremos de los elementos alargados -4-, -4'-.

35 Los elementos alargados -4-, -4'- y los medios de conexión -6-, -6'- juntos forman elementos extremos deformables elásticamente adecuados para ser conectados a un dispositivo de accionamiento en vez de los extremos del elemento de accionamiento de alambre SMA. Gracias a su configuración elástica y flexible respecto a las 40 condiciones operativas normales a las que estará sometido el elemento de accionamiento de alambre SMA, estos elementos extremos deformables actúan como aliviadores de la deformación que permiten absorber las deformaciones del alambre SMA -2- en sus extremos fijados a los medios de engarzado -3-, -3'-.

45 Tal como se ha explicado anteriormente, de hecho, estas deformaciones podrían producir un fallo prematuro de los alambres SMA debido a la acumulación de esfuerzos por fatiga a lo largo del tiempo. Por ello, la provisión de los elementos alargados -4-, -4'- y de los medios de conexión -6-, -6'- permite mejorar la resistencia a la fatiga del elemento de accionamiento de alambre SMA con respecto a los elementos de accionamiento de alambre SMA conocidos en la técnica, que están fijados directamente a puntos de conexión adecuados en el cuerpo de un actuador, como los que se dan a conocer en los documentos US 4965545 y WO 2007/113478.

50 A pesar de su forma filiforme, de hecho, los alambres SMA no son deformables elásticamente durante el funcionamiento debido al proceso de conformación al que son sometidos durante su fabricación con el objeto de conseguir el modo de transición de "dos vías". Por el contrario, los elementos alargados están fabricados de un material distinto de SMA, de modo que no son sometidos a transiciones de estructura como los alambres SMA con los cambios de temperatura, y de este modo pueden aliviar de manera efectiva los esfuerzos por fatiga durante el funcionamiento del elemento de accionamiento -1- de alambre SMA.

55 En particular, se ha hallado que el límite de fatiga de un elemento de accionamiento de alambre SMA según la invención se alcanza después de más de  $10^6$  ciclos, mientras que los elementos de accionamiento de alambre SMA conocidos pueden resistir menos de  $10^4$  ciclos.

60 Los alambres SMA -2- adecuados para ser utilizados con el objeto de conseguir los resultados descritos anteriormente pueden tener un diámetro comprendido entre 75 y 200 µm y una longitud comprendida entre 50 y 200 mm.

65 Los elementos de accionamiento de alambre SMA según la presente invención pueden sustituir de este modo efectivamente elementos de accionamiento de alambre SMA conocidos con el resultado de un incremento de la duración del dispositivo de accionamiento.

El incremento de la resistencia a la fatiga de los elementos de accionamiento de alambre SMA de la invención es

5 sorprendentemente efectivo en dispositivos de accionamiento no lineales, en los que los elementos de accionamiento de alambre SMA están ensamblados de modo que ejercen fuerzas no lineales, es decir, fuerzas que, en general, no son coplanares con el cuerpo del actuador. Este es, por ejemplo, el caso de dispositivos de accionamiento adecuados para ser utilizados en válvulas de control de caudal o en espejos retrovisores antideslumbramiento, en los que el elemento de accionamiento de alambre SMA está montado de acuerdo con una configuración en forma de V.

10 La figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de accionamiento -100- que comprende un elemento de accionamiento de alambre SMA según la invención. El elemento de accionamiento de alambre SMA -1- está conectado a un cuerpo -5- del dispositivo de accionamiento -100- en los medios de conexión -6- y -6'-. Un elemento accionable -7- del dispositivo de accionamiento está acoplado a un elemento de empuje tal como por ejemplo un resorte -9- y es adecuado para ser desplazado perpendicularmente al cuerpo -5- del dispositivo de accionamiento. El alambre SMA -2- del elemento de accionamiento -1- de alambre SMA está conectado operativamente al elemento accionable -7- en correspondencia con la parte superior -8- del mismo. Tal como se muestra en la figura 2, una parte 15 del alambre SMA -2- está dispuesta en un canal que cruza la parte superior -8- del elemento accionable -7- de extremo a extremo. En cualquier caso, son aceptables formas alternativas de acoplamiento del alambre SMA -2- al elemento accionable -7-, tales como por ejemplo una ranura formada en la parte superior -8- y configurada para recibir el alambre SMA -2-. En la configuración ensamblada, el elemento de accionamiento -1- de alambre SMA tiene forma de V, con lo que las contracciones del alambre SMA -2- en el calentamiento tienen como resultado fuerzas de 20 accionamiento no lineales con respecto al cuerpo del dispositivo de accionamiento, en este caso perpendiculares al mismo.

25 Tal como se puede apreciar, los elementos alargados -4-, -4'- son doblados durante el montaje y dado que no son sometidos a cambios estructurales debidos al calentamiento tales como los que sufre el alambre SMA, pueden actuar como aliviadores de la deformación absorbiendo esfuerzos en vez del elemento de accionamiento -1- de alambre SMA.

30 La figura 3 muestra esquemáticamente otro ejemplo de un dispositivo de accionamiento -200- que comprende un elemento de accionamiento -1- de alambre SMA según la invención.

35 El elemento de accionamiento -1- de alambre SMA está conectado a un cuerpo -5'- del dispositivo de accionamiento -200- mediante los medios de conexión -6- y -6'-.

40 El alambre SMA -2- del elemento de accionamiento -1- de alambre SMA está conectado operativamente a un elemento de aleta accionable -7'- por medio de un elemento de acoplamiento -8'- fijado a una superficie del elemento de aleta -7'-. El alambre SMA puede estar dispuesto, por ejemplo, en un canal que cruza el elemento de acoplamiento -8'- de extremo a extremo, o en una ranura formada en la superficie del elemento de aleta -7'-, resultando de este modo la introducción directa de, por lo menos, una parte del alambre SMA -2- en el cuerpo a desplazar. El elemento de accionamiento -1- de alambre SMA está conectado al cuerpo de un dispositivo de 45 accionamiento (no mostrado) a través de sus elementos alargados -4- y -4'- y de los medios de conexión -6- y -6'-. Asimismo, en este caso, en la configuración ensamblada, el elemento de accionamiento -1- de alambre SMA tiene forma de V, con lo que las contracciones del alambre SMA -2- debidas al calentamiento tienen como resultado fuerzas de accionamiento no lineales con respecto al cuerpo -5'- del dispositivo de accionamiento -200-, en este caso un par que determina la rotación del elemento de aleta -7'- con respecto al cuerpo -5'- del dispositivo de accionamiento -200-.

50 Ambas figuras 2 y 3 deben ser consideradas solamente como representaciones esquemáticas de estructuras de accionamiento en un dispositivo de accionamiento. De hecho, están muy simplificadas con el fin de facilitar la comprensión de la invención.

55 Según un aspecto adicional de la invención, el empaquetado de los elementos de accionamiento de alambre SMA puede consistir de manera ventajosa en una bobina -10- que contiene una pluralidad de elementos de accionamiento -1-, -1'-,... de alambre SMA dispuestos en serie.

60 Tal como se muestra en la figura 4, los elementos alargados -4-, -4'- de cada elemento de accionamiento -1- de alambre SMA están acoplados en sus segundos extremos con los elementos alargados -4"- o -4'"-, pertenecientes a los elementos de accionamiento de alambre SMA anteriores y posteriores de la serie. El acoplamiento entre elementos alargados adyacentes -4- y -4"- y -4'- y -4'"- es llevado a cabo por medio de los mismos medios de conexión -6-, -6'-,... adecuados para ser utilizados para sujetar el alambre SMA de accionamiento que actúa en el cuerpo del dispositivo de accionamiento final. Cuando los medios de conexión -6-, -6'-,... están formados integralmente con los segundos extremos de los elementos alargados -4-, -4'-,..., tal como se muestra en la figura 4, dicho acoplamiento puede tener como resultado un único elemento alargado, cuya longitud corresponde a la suma de los elementos alargados, teniendo una parte intermedia -B- del único elemento alargado medios de separación, por ejemplo, una sección transversal reducida, que permiten una separación fácil de dos elementos de accionamiento de alambre SMA adyacentes.

## REIVINDICACIONES

1. Elemento de accionamiento (1) de alambre SMA que comprende:

- 5        i) un alambre (2) de aleación con memoria de forma, adecuado para ser conectado operativamente a un elemento accionable (7; 7') de un dispositivo de accionamiento (100; 200),  
       ii) un primer y un segundo elementos alargados (4, 4') fabricados de un material no SMA, estando dichos elementos alargados (4, 4') retenidos respectivamente en un primer extremo de los mismos a los extremos del alambre (2) de aleación con memoria de forma mediante medios de engarzado (3, 3') del elemento de accionamiento (1) de alambre SMA,  
 10        iii) un primer y un segundo medios de conexión (6, 6') a los que están respectivamente conectados los elementos alargados (4, 4') en un segundo extremo de los mismos, opuesto a sus primeros extremos,

15        **caracterizado por que**

15        los elementos alargados (4, 4') tienen la forma de alambres configurados de tal modo que son elásticamente flexibles en condiciones normales de funcionamiento del elemento de accionamiento (1) de alambre SMA y **por que** los elementos alargados (4, 4') y los medios de conexión (6, 6') forman elementos extremos deformables elásticamente aliviadores de la deformación adecuados para ser conectados a un dispositivo de accionamiento en vez de los extremos del alambre (2) de aleación con memoria de forma,

20        siendo tal la disposición global del elemento de accionamiento (1) de alambre SMA que, durante el funcionamiento, el primer y el segundo medios de conexión (6, 6') están conectados a un cuerpo (5, 5') de dicho dispositivo de accionamiento (100, 200) y la parte de cada elemento alargado (4, 4') comprendida entre sus primer y segundo extremos es libre de moverse entre los medios de engarzado (3, 3') y los medios de conexión (6, 6').

25        2. Elemento de accionamiento (1) de alambre SMA, según la reivindicación 1, en el que los elementos alargados (4, 4') tienen una proporción entre su diámetro respectivo y su longitud respectiva comprendida entre 1:50 y 1:75.

30        3. Elemento de accionamiento (1) de alambre SMA, según la reivindicación 1 o 2, en el que los elementos alargados (4, 4') están fabricados de acero inoxidable, materiales poliméricos o fibra de carbono.

35        4. Elemento de accionamiento (1) de alambre SMA, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios de conexión (6, 6') están formados integralmente con los segundos extremos de los elementos alargados (4, 4').

40        5. Dispositivo de accionamiento (100; 200) que comprende un cuerpo (5; 5'), un elemento accionable (7; 7') y, por lo menos, un elemento de accionamiento (1) de alambre SMA según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que un alambre (2) de aleación con memoria de forma de dicho elemento de accionamiento (1) de alambre SMA está conectado operativamente a dicho elemento accionable (7; 7') y en el que un primer y un segundo medios de conexión (6, 6') del elemento de accionamiento (1) de alambre SMA están conectados operativamente a dicho cuerpo (5; 5').

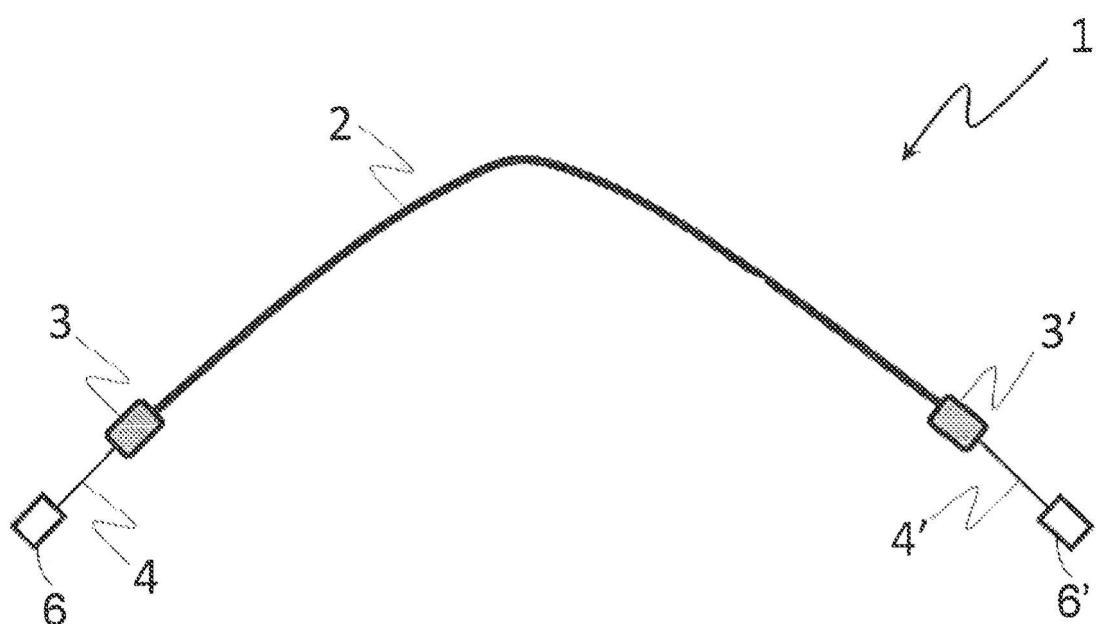


Fig. 1

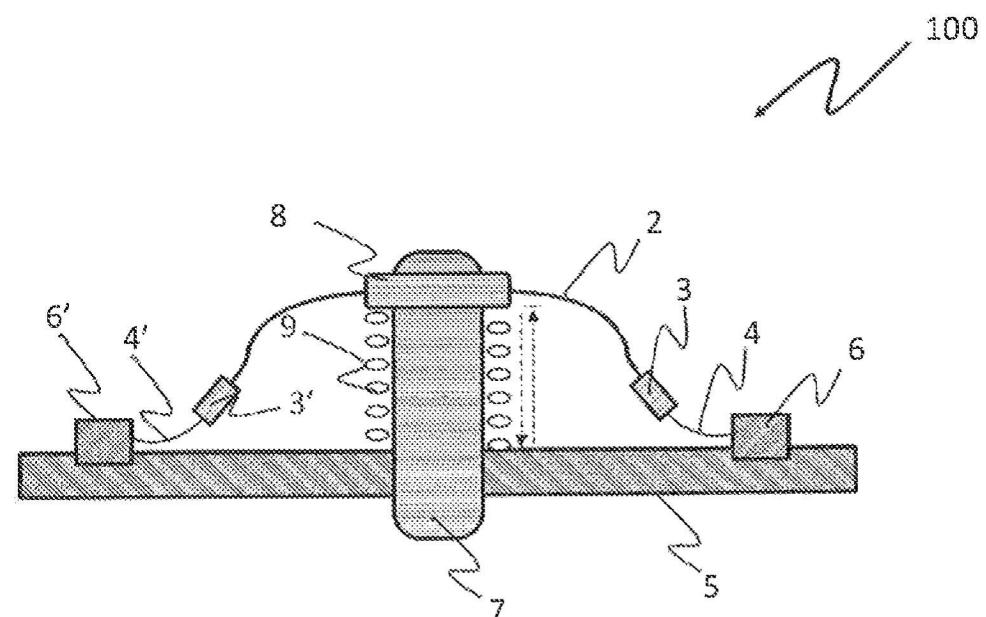


Fig.2

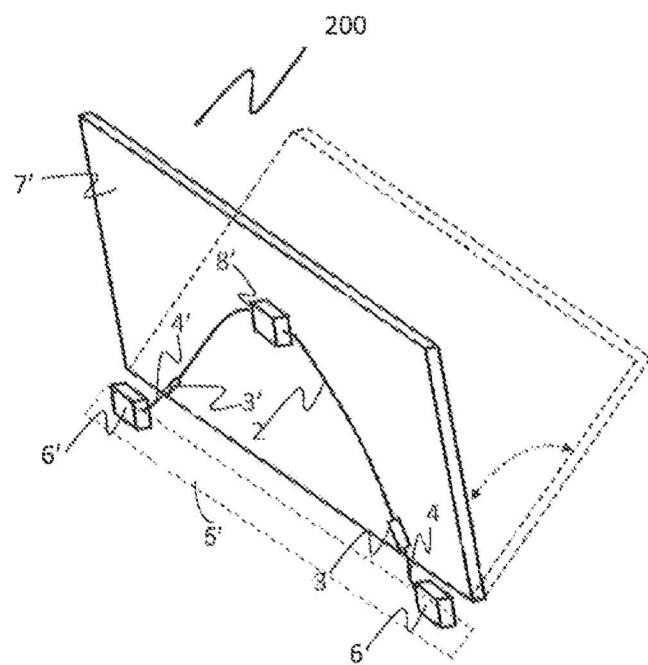


Fig.3

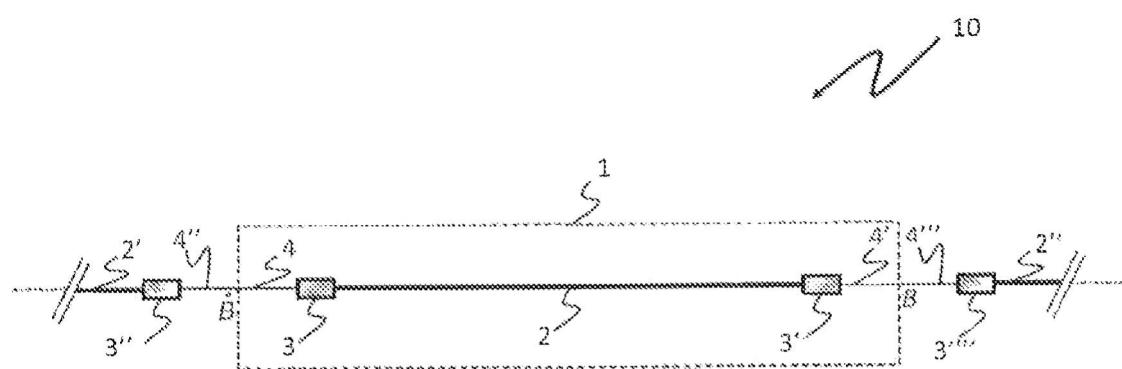


Fig.4