

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 739**

51 Int. Cl.:  
**E05B 47/00** (2006.01)  
**F03G 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08774287 .0**  
96 Fecha de presentación: **25.06.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2171183**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2010**

54 Título: **Dispositivo de accionamiento que comprende elementos fabricados de una aleación con memoria de forma con un rango ampliado de temperaturas de trabajo**

30 Prioridad:  
**27.06.2007 IT MI20071283**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.11.2012**

73 Titular/es:  
**SAES GETTERS S.P.A. (100.0%)**  
**VIALE ITALIA, 77**  
**20020 LAINATE (MILANO), IT**

72 Inventor/es:  
**BUTERA, FRANCESCO**

74 Agente/Representante:  
**DURÁN MOYA, Carlos**

ES 2 390 739 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

Dispositivo de accionamiento que comprende elementos fabricados de una aleación con memoria de forma con un rango ampliado de temperaturas de trabajo

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de accionamiento que comprende elementos fabricados de una aleación con memoria de forma, que mantiene su funcionalidad dentro de una gama de temperaturas que es más amplia que la de dispositivos de accionamiento similares.

10 Las aleaciones con memoria de forma, son conocidas habitualmente en el sector con el acrónimo "SMA". Aunque se conocen varias composiciones de las SMA, las únicas utilizadas en la práctica son las de compuestos de Ni-Ti, que comprenden preferentemente del 54 al 55,5% en peso de níquel y el resto de titanio (son posibles trazas de otros componentes).

15 Como es conocido, una pieza mecánica fabricada de una aleación de Ni-Ti es capaz de cambiar entre dos formas como consecuencia de un cambio de temperatura que ocasiona una transición de fase en la microestructura de la aleación. La fase estable a las temperaturas más elevadas se denomina austenita, mientras que la que es estable a temperaturas más bajas se denomina martensita. La transformación entre las dos fases se produce de acuerdo con un ciclo de histéresis en un diagrama de temperatura-deformación, caracterizado por cuatro valores de la temperatura: durante el calentamiento, partiendo de las temperaturas bajas en las que la fase martensítica es estable se alcanza una temperatura  $A_s$  en la que se inicia la transformación a la fase austenítica, y posteriormente se alcanza una temperatura  $A_f$  ( $A_f > A_s$ ) a la cual la transformación en austenita es completa; durante el enfriamiento, partiendo de una temperatura a la cual la fase austenítica es estable, se alcanza una temperatura  $M_s$  a la cual se inicia la transformación a la fase martensítica, y más tarde se alcanza una temperatura  $M_f$  ( $M_f < M_s$ ) a la cual dicha transformación es completa. En las patentes US 4.896.955 y EP 807276 se muestran diagramas de estos ciclos de histéresis.

20 Los dispositivos o componentes que comprenden elementos activos fabricados de una SMA (para mayor brevedad definidos en adelante como dispositivos de accionamiento SMA) son conocidos y estudiados principalmente en el sector del automóvil, para sustituir dispositivos de accionamiento que utilizan motores eléctricos, por ejemplo, en las cerraduras de automóviles; en esta descripción se hará referencia a continuación, en particular, a elementos SMA con forma de alambre, pero los dispositivos de accionamiento de la invención podrían utilizar asimismo estos elementos conformados como flejes o similares. En los dispositivos de accionamiento SMA propuestos hasta el presente, el calentamiento del alambre se consigue generalmente haciendo circular una corriente eléctrica por el mismo; la consiguiente transición de fase es espontánea y ejerce una fuerza apreciable, capaz de transmitir un movimiento a una pieza móvil que está unida al mismo. La transición contraria a la fase martensítica se produce como consecuencia del enfriamiento natural del alambre al desconectar la corriente, y la vuelta a las condiciones iniciales de forma se favorece mediante la aplicación de una fuerza (tal como un resorte antagonista o métodos similares).

30 Hasta el presente, la utilización de dispositivos de accionamiento SMA en la industria del automóvil ha sido limitada debido a los requisitos impuestos por dicha industria, que exige a las piezas móviles una duración, como mínimo de 50.000 ciclos (por ejemplo, de apertura-cierre en el caso de un mecanismo de bloqueo) a temperaturas comprendidas dentro de una gama de -20 a + 80°C. Los alambres de SMA fabricados de aleaciones de Ni-Ti tienen habitualmente un  $M_f < 80^\circ\text{C}$  con la consecuencia de que la transición a la fase martensítica se produce solamente con grandes dificultades, o no se produce en absoluto, y el dispositivo de accionamiento no puede llevar a cabo un ciclo de funcionamiento completo.

35 Es sabido que incrementando la carga aplicada a un alambre de SMA, es posible cambiar su curva de histéresis hacia temperaturas más elevadas; por consiguiente, ejerciendo una tensión previa adecuada en el alambre, sería posible, en principio, obtener un dispositivo de accionamiento SMA capaz de funcionar correctamente incluso a 80°C; sin embargo, una carga fuerte constante tendría el inconveniente de debilitar rápidamente el alambre, ocasionando de este modo su rotura o, por lo menos, la pérdida de funcionalidad del dispositivo de accionamiento después de unos pocos miles de ciclos.

40 La patente US 4.517.543 da a conocer la utilización de un tornillo que se puede mover axialmente para ajustar la carga aplicada a un medio antagonista y por tanto a un elemento SMA, subsistiendo el inconveniente de seguir requiriendo un ajuste manual de la carga, si bien no se da a conocer ninguna explicación de cómo modificar la carga cuando cambia la temperatura exterior.

45 Es un objetivo de la presente invención da a conocer un dispositivo de accionamiento SMA capaz de superar los problemas mencionados anteriormente.

50 Este objetivo se consigue con un dispositivo de accionamiento que comprende:

55

- un primer elemento fabricado de una aleación con memoria de forma, capaz de cambiar su forma con el calentamiento, con un primer extremo estacionario y un segundo extremo que está conectado a una pieza mecánica controlada;

5 - medios para el calentamiento de dicho primer elemento de una aleación con memoria de forma;

- medios antagonistas para permitir que dicho primer elemento vuelva a su forma original durante el enfriamiento, teniendo estos medios un primer extremo conectado al segundo extremo de dicho primer elemento y un segundo extremo conectado a un limitador interno del dispositivo de accionamiento; y

10 - medios capaces de mover dicho limitador interno del dispositivo de accionamiento para incrementar la carga aplicada sobre dichos medios antagonistas cuando la temperatura exterior sobrepasa un valor  $M_f$  de transformación completa en la fase de martensita de dicho primer elemento fabricado de una aleación con memoria de forma,

15 caracterizado porque dichos medios capaces de desplazar dicho limitador interno del dispositivo de accionamiento son tales que reaccionan de forma autónoma a un incremento de la temperatura exterior.

20 La invención se basa en la observación de que, incluso cuando los requerimientos de la aplicación final imponen unas temperaturas de ensayo relativamente elevadas, éstas no son las temperaturas constantes de funcionamiento de los dispositivos de accionamiento de SMA; habitualmente en la aplicación final, un dispositivo de accionamiento solamente debe realizar algunos de sus ciclos a temperaturas elevadas, y otros ciclos a temperaturas inferiores. Por consiguiente, es posible diseñar y utilizar un dispositivo de accionamiento en el que la carga aplicada sobre el elemento funcional de SMA pueda variar con la temperatura, de tal forma que su ciclo de histéresis se desarrolle por encima de la temperatura exterior para cada valor de la misma. Según la invención, se aplica al elemento funcional SMA una carga reducida a unas temperaturas exteriores relativamente bajas con el objeto de no someter dicho elemento a una tensión excesiva e inútil, y una carga más fuerte cuando la temperatura exterior sobrepasa un valor umbral, tal como de +80°C.

30 Los medios para incrementar la carga aplicada sobre los medios antagonistas y, de este modo, indirectamente sobre el elemento funcional SMA, pueden ser diversos. Los medios para incrementar la carga son tales que reaccionan de forma autónoma a un incremento de la temperatura exterior; es posible por ejemplo, emplear un motor conectado a un sensor de temperatura; una parte metálica de una longitud suficiente (por ejemplo, enrollada en espiral) que se alarga cuando la temperatura aumenta; o una pieza bimetálica que varía su forma cuando se alcanza su umbral de temperatura.

35 En la realización preferente de la invención, los medios para desplazar el limitador interno del dispositivo de accionamiento y para incrementar la carga aplicada sobre los medios antagonistas están formados como un segundo elemento con memoria de forma en equilibrio térmico con el entorno que lo rodea y que tiene un extremo estacionario y un extremo unido al limitador interno del dispositivo de accionamiento; debiendo estar dimensionado este segundo elemento SMA de tal modo que ejerza durante la transición, como consecuencia del calentamiento, una fuerza mayor con respecto al primer elemento SMA. A continuación se hará referencia a la invención en esta realización preferente de la misma.

45 A continuación se mostrará la invención haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

- la figura 1 muestra de forma esquemática un dispositivo de accionamiento en una primera realización del mismo; en particular, la parte a) del dibujo muestra el dispositivo de accionamiento en la situación de baja temperatura, la parte b) muestra el dispositivo de accionamiento en la situación de temperatura elevada;

50 - la figura 2 muestra de forma esquemática una posible realización alternativa de un dispositivo de accionamiento de la invención; asimismo, en este caso, la parte a) del dibujo muestra el dispositivo de accionamiento en la situación de baja temperatura, la parte b) muestra el dispositivo de accionamiento en la situación de temperatura elevada.

55 La figura 1a muestra de forma esquemática el dispositivo de accionamiento de la invención en una situación de baja temperatura, es decir, cuando funciona a una temperatura  $T_{a1}$  del entorno exterior que es relativamente baja, tal como inferior a 50°C.

60 El dispositivo de accionamiento -10- se compone de un alambre SMA -11- que forma el primer elemento de la SMA tal como ha sido definido anteriormente, y tiene un primer extremo (en el lado izquierdo del dibujo) unido a una parte estacionaria representada esquemáticamente como una pared -12- en el dibujo, y un segundo extremo conectado a una pieza mecánica controlada (no mostrada), por ejemplo, a través de un gancho -13-; la pieza mecánica controlada puede ser de cualquier tipo que lleve a cabo su función mediante un movimiento que puede ser de traslación o de rotación, por ejemplo, una pieza de una cerradura; en el dibujo se muestra como ejemplo el caso en que el gancho -13- lleva a cabo su acción moviéndose hacia el lado izquierdo, tal como se muestra por medio de la

flecha. El segundo extremo del alambre -11- está unido al primer extremo de los medios antagonistas que, cuando se enfrían, favorecen el retorno del alambre -11- a la forma o tamaño estable a baja temperatura; se pone como ejemplo el caso en que estos medios antagonistas consisten en un resorte corriente -14-. El segundo extremo del resorte está fijado a un elemento deslizante -15- que forma un limitador interno del dispositivo de accionamiento. El elemento deslizante -15- está alojado en el interior de un cilindro -16-, que está fijado a su vez a una pared -17- al exterior del dispositivo de accionamiento y forma un limitador externo estacionario del mismo dispositivo de accionamiento. En el lado opuesto del elemento deslizante -15- con respecto al resorte -14- está fijado un segundo elemento -18- de SMA, alojado en el interior del cilindro; en particular, el segundo elemento SMA tiene un primer extremo fijado al elemento deslizante -15- y el segundo extremo fijado a la parte inferior del cilindro; el elemento -18- está representado en el dibujo como un resorte, pero podría tener cualquier forma, por ejemplo, podría ser un fleje o también un alambre de un diámetro mayor que el del alambre -11-. Ambos elementos SMA en el dispositivo de accionamiento -10-, es decir, el alambre -11- y el elemento -18- han sido adaptados en la etapa de fabricación para contraerse durante el calentamiento. El alambre -11- está unido a unos medios para su calentamiento; en el dibujo dichos medios están representados por medio de los conductores -19-, -19'- que están conectados a un generador de energía eléctrica (no mostrado) con el objeto de calentar el alambre -11- mediante circulación de corriente y producir de este modo la transición de fase. Por el contrario, el elemento -18- está en equilibrio térmico con el entorno de su alrededor. El alambre -11-, el resorte -14- y el elemento -18- están dimensionados de tal modo que la fuerza de tracción ejercida por el elemento -18- es mayor que la del alambre -11-, la cual a su vez es mayor que la ejercida por el resorte -14-. La carga sobre el alambre -11- corresponde a la tracción del resorte -14-; debido a que con la aplicación de cargas reducidas, el valor  $M_f$  de la temperatura para un alambre de aleación de Ni-Ti es de unos 65°C, a la temperatura indicada  $T_{a1}$  (50°C) todo el ciclo de histéresis se desarrolla por encima de la temperatura exterior y el dispositivo de accionamiento puede funcionar correctamente, con el alambre -11- calentado por la circulación de la corriente en el propio alambre y enfriamiento natural.

La figura 1b muestra el dispositivo de accionamiento -10- cuando la temperatura exterior aumenta y alcanza un valor, por ejemplo, de unos 80°C. A esta temperatura, el elemento -18- en equilibrio térmico con el exterior, lleva a cabo la transición de fase y modifica su forma por contracción; el elemento deslizante -15- se desplaza al lado derecho en el dibujo (la posición original del elemento deslizante se muestra mediante líneas de trazos), incrementando de este modo la tensión sobre el resorte -14-; esto implica un incremento de carga sobre el alambre -11- con el desplazamiento consiguiente a las temperaturas elevadas del ciclo de histéresis de este último, pero sin ningún movimiento de la pieza a controlar debido a que el alambre -11- no es extensible. Mediante un dimensionado adecuado del elemento -18- y del resorte -14-, este desplazamiento es tal que  $M_f > 80^\circ\text{C}$ , llevando de este modo de nuevo el sistema a una situación en la que todo el ciclo de histéresis tiene lugar por encima de la temperatura exterior y el alambre -11- puede cambiar de la fase austenítica a la martensítica mediante el enfriamiento natural, permitiendo de este modo el funcionamiento correcto del dispositivo de accionamiento -10-, asimismo a 80°C.

Cuando la temperatura exterior desciende, el elemento -18- vuelve a la fase martensítica y todo el sistema retrocede a la configuración mostrada en la figura 1a, reduciendo de este modo la carga sobre el alambre -11- y evitando su debilitamiento o su rotura que podría ser producido por una carga elevada constante si el dispositivo de accionamiento permaneciera siempre en la configuración de la figura 1b.

La figura 2 muestra una posible realización alternativa del dispositivo de accionamiento según la invención. En la figura 2a se muestra el dispositivo de accionamiento en su configuración a baja temperatura. El dispositivo de accionamiento -20- está fijado de forma rígida a un limitador estacionario -27- (una pared exterior al sistema) y comprende un alambre -21- fabricado de SMA, que tiene su primer extremo estacionario (por ejemplo, unido a una pared -22-) y el segundo extremo conectado a un elemento deslizante -25'- que a su vez está unido a una pieza mecánica controlada (no mostrada) a través del gancho -23-. El alambre -21- puede ser calentado a través de los medios -29-, -29'- (ejemplificados en el dibujo como conductores eléctricos para alimentar el flujo de corriente a través del propio alambre -21-) y ha sido adaptado en la etapa de fabricación para contraerse con el calentamiento. El elemento deslizante -25'- está unido asimismo al primer extremo de un resorte -24- que proporciona los medios antagonistas del sistema (para mayor claridad del dibujo, en este caso el resorte -24- está representado en sección). A cada temperatura determinada, el elemento deslizante -25'- tiene una cierta posición determinada por la fuerza del resorte -24- que trabaja a compresión. El dispositivo de accionamiento comprende asimismo un segundo elemento fabricado de SMA, representado en el dibujo como un segundo resorte -28- (mostrado en sección para mayor claridad del dibujo) que, sin embargo, podría adoptar cualquier forma funcionalmente equivalente. El segundo elemento SMA -28- tiene un primer extremo fijado a la pared interior de un cilindro -26- que está integrado con el limitador -27-, y un segundo extremo fijado a un segundo elemento deslizante -25- que tiene libertad para moverse en el interior del cilindro -26- y que tiene también el segundo extremo del resorte -24- fijado al mismo. El segundo elemento deslizante -25- forma el limitador interno del dispositivo de accionamiento. El cilindro -26- contiene todo el conjunto de elementos -24-, -25-, -25'- y -28-. El elemento -28- ha sido adaptado durante su etapa de fabricación para expandirse al calentarse. Asimismo, en este caso, los elementos -21-, -24- y -28- están dimensionados de tal manera que la tracción ejercida por el elemento -28- es mayor que la del alambre -21-, la cual a su vez es mayor que la ejercida por el resorte -24-. Cuando la temperatura en el exterior del dispositivo de accionamiento es tal que el alambre -21- puede realizar un ciclo de histéresis completo, el sistema funciona simplemente de acuerdo con la contracción del alambre -21 como consecuencia de su calentamiento a través de los medios -29-, -29'- y de su alargamiento como consecuencia del enfriamiento natural.

5 La figura 2b representa la configuración del dispositivo de accionamiento -20- al aumentar la temperatura exterior, en particular hasta valores T a los cuales el alambre -21- ya no sería capaz de volver a la fase martensítica por enfriamiento natural. En esta situación, el segundo elemento SMA -28- lleva a cabo su transición de fase mediante su alargamiento y empujando el segundo elemento deslizante -25- hacia el lado derecho del dibujo; esto ocasiona la compresión del resorte -24- que, a su vez, mueve hacia la derecha el primer elemento deslizante -25'- incrementando de este modo la carga sobre el alambre -21- y llevándolo de nuevo a la situación en la que su ciclo de histéresis completo tiene lugar por encima de la temperatura exterior, permitiendo de este modo asimismo el funcionamiento correcto del dispositivo de accionamiento -20- en esta segunda situación de temperatura más elevada.

10 La invención ha sido descrita en dos posibles realizaciones de la misma, pero para los expertos en la materia será evidente que son posibles muchas variaciones, las cuales sin embargo permanecen dentro del ámbito de la invención tal como está definida mediante las reivindicaciones adjuntas, por ejemplo, de acuerdo con la estructura específica del dispositivo de accionamiento, cada uno de los dos elementos SMA, independientemente uno del otro, pueden estar conformados para contraerse o alargarse durante el calentamiento; cada uno de los dos elementos SMA, independientemente uno del otro, pueden tener la forma de un alambre, un fleje, un resorte u otras formas funcionales adecuadas para el propósito específico; los medios antagonistas mostrados en esta memoria siempre como resortes corrientes, pueden tener cualquier forma que sea funcionalmente adecuada para este propósito; y la relación geométrica entre las diversas piezas del dispositivo de accionamiento puede ser modificada a voluntad, siempre que se cumplan las condiciones generales indicadas en la definición más amplia de la invención correspondiente a la reivindicación principal.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de accionamiento (10; 20) que utiliza elementos fabricados de una aleación con memoria de forma, que comprende:
- 5
- un primer elemento (11; 21) fabricado de una aleación con memoria de forma, capaz de modificar su forma con el calentamiento, teniendo un primer extremo estacionario y un segundo extremo unido a una pieza mecánica controlada;
- 10
- medios (19, 19', 29, 29') para el calentamiento de dicho primer elemento fabricado de una aleación con memoria de forma;
  - medios antagonistas (14; 24) para permitir el retorno de dicho primer elemento a su forma original durante el enfriamiento, que tienen un primer extremo conectado al segundo extremo de dicho primer elemento, y un
- 15
- segundo extremo conectado a un limitador interno (15; 25) del dispositivo de accionamiento; y
  - medios capaces de mover dicho limitador interno del dispositivo de accionamiento para incrementar la carga aplicada sobre dichos medios antagonistas cuando la temperatura exterior sobrepasa un valor  $M_f$  de transformación completa en la fase martensítica de dicho primer elemento fabricado de una aleación con memoria
- 20
- de forma,
- caracterizado porque dichos medios capaces de mover dicho limitador interno del dispositivo de accionamiento son tales que reaccionan de manera autónoma a un incremento de la temperatura exterior.
- 25
2. Dispositivo de accionamiento, según la reivindicación 1, en el que los medios para incrementar la carga están alojados en un elemento (16; 26) que los contiene.
3. Dispositivo de accionamiento, según la reivindicación 1, en el que los medios para mover el limitador interno son escogidos entre un motor conectado a un sensor de temperatura, piezas metálicas que se alargan con el
- 30
- calentamiento o elementos bimetálicos.
4. Dispositivo de accionamiento, según la reivindicación 1, en el que los medios para mover el limitador interno están formados por un segundo elemento (18; 28) fabricado de una aleación con memoria de forma en equilibrio térmico con el entorno que lo rodea, estando dimensionado de tal modo que durante la transición como consecuencia del calentamiento ejerce una fuerza superior a la ejercida por dicho primer elemento fabricado de una aleación con
- 35
- memoria de forma y que tiene un primer extremo estacionario y un segundo extremo unido a dicho limitador interno del dispositivo de accionamiento.

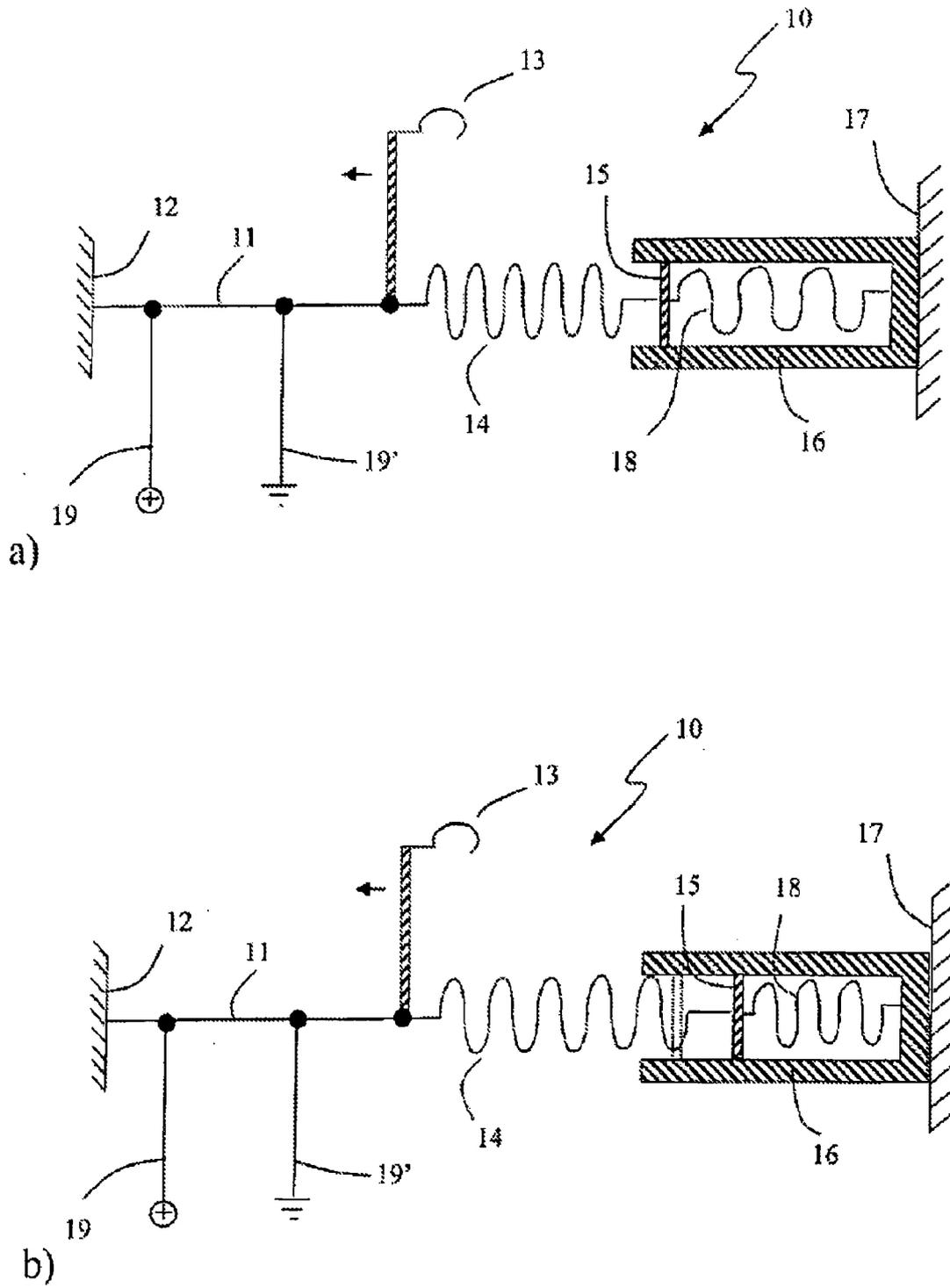


Fig. 1

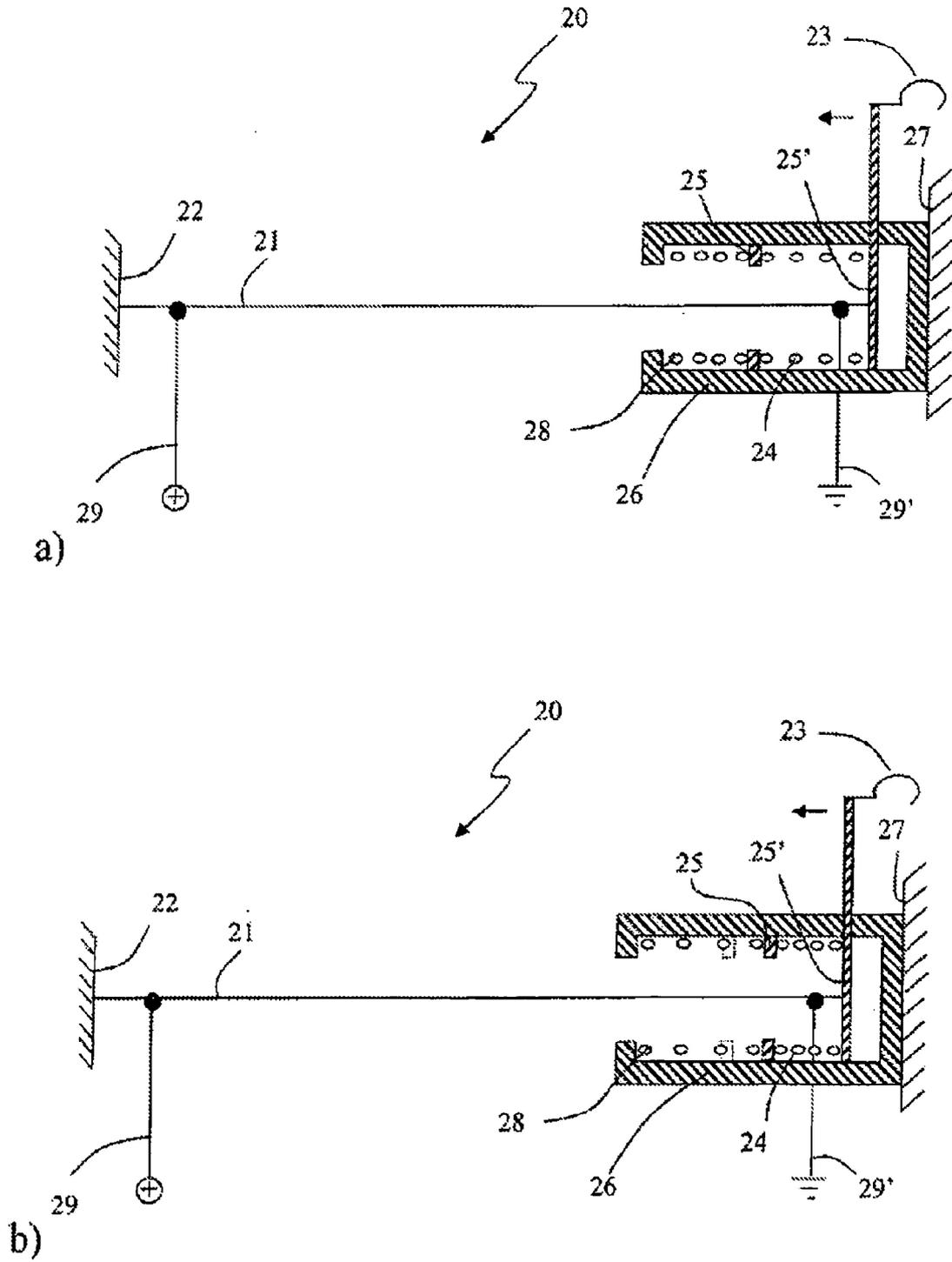


Fig. 2