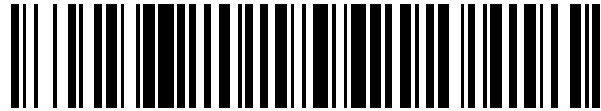


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 846**

51 Int. Cl.:

**B81B 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2011 E 11741601 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.08.2014 EP 2603448**

54 Título: **Microsistemas electromecánicos con separaciones de aire**

30 Prioridad:

**11.08.2010 FR 1056549**

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

**18.11.2014**

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ DE LIMOGES (50.0%)  
Hôtel de l'Université 33, rue François Mitterrand  
87000 Limoges , FR y  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BLONDY, PIERRE;  
COURREGES, STANIS;  
POTHIER, ARNAUD y  
ORLIANGES, JEAN-CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 522 846 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**

Microsistemas electromecánicos con separaciones de aire.

**5 Campo técnico general**

La presente solicitud se refiere al campo de los microsistemas electromecánicos.

**Estado de la técnica**

10 Los microsistemas electromecánicos (MEMS) se utilizan particularmente en el diseño de circuitos que presentan funciones de conmutación o de circuitos reconfigurables (ágiles). Los microsistemas electromecánicos presentan por ejemplo una función de accionador.

15 La figura 1 presenta un microsistema electromecánico 1 según el estado de la técnica, más específicamente un accionador electrostático de placas paralelas.

Este microsistema electromecánico 1 comprende una base 15 que comprende un sustrato 20, un electrodo de sustrato 40 dispuesto sobre dicho sustrato 20, y una viga móvil 30 colocada enfrente del electrodo de sustrato 40.

20 Una capa de dieléctrico 42 está interpuesta entre el electrodo de sustrato 40 y la viga móvil 30 dejando por otro lado un intervalo o separación electrostática 32. Esta separación presenta normalmente un grosor de algunos micrómetros cuando el microsistema está en posición de reposo. La capa de dieléctrico 42 puede estar colocada sobre el electrodo de sustrato 40 o sobre la viga móvil 30.

25 Según el modo de realización ilustrado en la figura 1, la capa de dieléctrico 42 está colocada sobre el electrodo de sustrato 40 y la viga móvil 30 está separada de la capa de dieléctrico 42 por la separación electrostática 32.

30 La viga móvil 30 está ilustrada como estando mantenida por un resorte de suspensión 34 que ilustra la capacidad de deformación elástica de la viga móvil 30.

Un generador de tensión 10 está conectado según sea necesario a la viga 30 y al electrodo de sustrato 40, de manera que se pueda aplicar una diferencia de potencial entre la viga móvil 30 y el electrodo de sustrato 40.

35 En el momento de la aplicación de una diferencia de potencial entre la viga móvil 30 y el electrodo de sustrato 40, la viga móvil 30 se desplaza y entra en contacto con la capa de dieléctrico 42, por el efecto de la fuerza electrostática generada.

40 El contacto entre la viga móvil 30 y el electrodo de sustrato 40 tiene lugar entonces a través de la fina capa de dieléctrico 42 que cubre la viga móvil 30 o el electrodo de sustrato 40.

Son posibles diversas variantes.

45 La viga móvil 30 puede estar por ejemplo fija por un extremo y libre por el otro, entrando el extremo libre entonces en contacto con la capa de dieléctrico 42 en el momento de la aplicación de una diferencia de potencial entre la viga móvil 30 y el electrodo de sustrato 40.

La viga móvil 30 también puede estar fijada por sus extremos sobre la base 15, pero puede presentar una flexibilidad intrínseca de manera que la deformación de la viga móvil 30, en el momento de la aplicación de una diferencia de potencial, conlleven el contacto del centro de la viga móvil 30 con la base 15.

50 Sin embargo, estos componentes presentan fallos rápidos y no reversibles que conllevan una vida útil y una fiabilidad limitadas, normalmente del orden de algunos minutos, cuando la viga móvil 30 se mantiene constantemente en el estado deformado y es sometida a una alimentación con tensión unipolar.

55 Este inconveniente está provocado por una inyección de cargas en la base 15 en el momento del contacto entre la viga 30 y la base 15.

60 En efecto, la inyección de cargas provoca la aparición de una tensión de carga que, según el tipo de carga, se opone o se superpone a la diferencia de potencial aplicada entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

A medida que se inyectan cargas en la base 15, o más particularmente en la capa de dieléctrico 42, y por lo tanto a medida que se acumulan cargas, esta tensión de carga aumenta, hasta bloquear el accionador. Esto da como resultado un fallo rápido del accionador, por ejemplo del orden de algunas decenas de minutos, muy a menudo no reversible en lapsos de tiempo cortos.

65

Se han propuesto varias soluciones para reducir la inyección de cargas o para evacuar las cargas inyectadas en la capa de dieléctrico, pero estas soluciones no permiten obtener una vida útil suficiente, en particular para temperaturas superiores a 25°C.

5 Las figuras 2 y 3 presentan, respectivamente en posición de reposo y en posición activada, un microsistema electromecánico 1 en el que se ha suprimido la capa de dieléctrico 42. Este microsistema electromecánico 1 está provisto de topes mecánicos 70 unidos a la periferia de la viga 30.

10 Los topes mecánicos 70 pueden estar fabricados a partir de metal, semimetal, semiconductor o cualquier otro material adaptado.

En las figuras 2 y 3 se puede observar un microsistema electromecánico 1 que comprende una base 15 que comprende un sustrato 20, un electrodo de sustrato 40 fijo dispuesto sobre el sustrato 20 y una viga móvil 30 enfrente del electrodo de sustrato 40.

15 El sustrato puede estar realizado por ejemplo en silicio o cualquier otro material adaptado.

20 De la misma manera que para la figura 1, la viga 30 se ilustra como estando unida a un resorte de suspensión 34 que ilustra la capacidad de deformación elástica de la viga móvil 30. La viga 30 presenta una forma adaptada para definir un espacio interno 25 entre dicho sustrato 20 y la viga 30.

El electrodo de sustrato 40 está dispuesto sobre el sustrato 20, sustancialmente en el centro de dicho espacio interno 25.

25 Un generador 10 está conectado a la viga 30 y al electrodo de sustrato 40, de manera que se aplica según sea necesario una diferencia de potencial entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

30 La figura 2 presenta el microsistema electromecánico 1 en posición de reposo, es decir cuando no se aplica ninguna diferencia de potencial entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

No hay entonces contacto entre la viga 30 y el sustrato 20, o entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40. La viga 30 se mantiene separada del sustrato 20 y del electrodo de sustrato 40 mediante el resorte de suspensión 34, que representa físicamente la rigidez de la viga 30.

35 La figura 3 presenta el microsistema electromecánico 1 en posición de activación, en la que se aplica una diferencia de potencial entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

40 En estado de activación, la diferencia de potencial aplicada entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40 conlleva una entrada en contacto de los topes 70 y del sustrato 20. Los topes 70 mantienen una lámina de aire 80 entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

Por lo tanto, no hay contacto entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40. La lámina de aire 80 desempeña la función de aislante eléctrico entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

45 Por ejemplo, esta lámina de aire 80 puede presentar un valor del orden de 0,1  $\mu\text{m}$  a 2  $\mu\text{m}$ . Este valor resulta de la geometría, de la colocación y de la altura de los topes 70.

El grosor de la lámina de aire 80 puede variar para obtener diferentes valores de capacidad.

50 La ausencia de contacto entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40 gracias a la lámina de aire 80 permite por un lado evitar un cortocircuito eléctrico y por otro lado aumentar la vida útil de estos elementos.

55 En efecto, en los modos de realización convencionales en los que un material aislante está situado entre la viga 30 y el electrodo 40, se observa un fenómeno de captura de las cargas eléctricas en el material aislante 42 en el momento del accionamiento del microsistema electromecánico 1 tal como se presenta en la figura 1.

En el modo de realización conocido representado en las figuras 2 y 3, la ausencia de este material aislante 42 impide esta acumulación de cargas en dicho material aislante 42.

60 Sin embargo, se acumulan unas cargas 24, representadas esquemáticamente en la figura 3, en el sustrato 20 de la base 15, al nivel de una superficie limitada, lo cual puede dar como resultado un fallo del microsistema electromecánico 1.

65 Este fenómeno de inyección de cargas y sus consecuencias negativas sobre la vida útil de los microsistemas electromecánicos constituyen un obstáculo tecnológico importante para la utilización de estos componentes.

### Presentación de la invención

La presente invención soluciona estos inconvenientes y propone un microsistema electromecánico que comprende:

- 5 - una base que comprende un sustrato y un electrodo de sustrato fijado al sustrato,
- una viga móvil suspendida por encima del sustrato,
- 10 - un generador de tensión, conectado mediante un primer borne a la viga y mediante un segundo borne al electrodo de sustrato, adaptado para generar una diferencia de potencial entre la viga y el electrodo de sustrato, y
- 15 - por lo menos un tope mecánico unido a la viga y adaptado para entrar en contacto con la base en el momento de la aplicación de una diferencia de potencial entre la viga y el electrodo de sustrato definiendo una lámina de aire entre la viga y el electrodo de sustrato,

estando dicho microsistema electromecánico caracterizado por que comprende además un elemento de bloqueo de cargas eléctricas dispuesto sobre el sustrato, enfrente del por lo menos un tope mecánico, y conectado eléctricamente a la viga.

20 Según otra característica ventajosa, dicho elemento de bloqueo de cargas eléctricas está constituido por lo menos por una clavija.

25 Según otra característica ventajosa, dicho elemento de bloqueo está constituido por una capa de material cuya resistividad eléctrica está comprendida entre 100 MOhm-cuadrado y 10 kOhm-cuadrado.

Según una variante de este modo de realización particular, por lo menos una clavija metálica está dispuesta sobre dicha capa de material, enfrente de un tope mecánico de la viga.

30 Según una variante adicional, dicho material que constituye el elemento de bloqueo es una aleación de silicio cromo, carbono de estructura de diamante, silicio implantado o un óxido conductor.

35 Según otro modo de realización adicional particular del microsistema electromecánico según la presente invención, dicho elemento de bloqueo comprende por lo menos una clavija metálica conectada a una base eléctricamente conductora dispuesta sobre el sustrato y conectada a la viga móvil, estando dicha base eléctricamente conductora coronada por una capa eléctricamente resistiva, sobre la que está dispuesto el electrodo de sustrato.

40 Según una variante, dicho sustrato está realizado en un material de entre por lo menos uno de los materiales siguientes: cerámica, zafiro, cuarzo, sílice fundida, sustratos cristalinos, semiconductores, polímeros.

Según un modo de realización particular, dicho tope está adaptado para mantener un grosor de aire entre la viga y el electrodo de sustrato comprendido entre 0,1 y 2  $\mu\text{m}$ .

45 Un microsistema electromecánico de este tipo presenta unas prestaciones superiores a las de los microsistemas electromecánicos capacitivos actuales, así como un alto aumento de la vida útil y de su fiabilidad.

### Presentación de las figuras

50 Otras características, objetivos y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción siguiente, que es meramente ilustrativa y no limitativa, y que debe leerse junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 descrita anteriormente presenta un microsistema electromecánico según el estado de la técnica.
- 55 - Las figuras 2 y 3 descritas anteriormente presentan un microsistema electromecánico según el estado de la técnica provisto de uno o varios topes mecánicos.
- Las figuras 4 y 5 presentan un microsistema electromecánico según un modo de realización particular de la invención.
- 60 - Las figuras 6 y 7 presentan otro modo de realización particular del microsistema electromecánico según la invención.
- Las figuras 8 y 9 presentan otro modo de realización de microsistema electromecánico según la invención.
- 65 - Las figuras 10 y 11 presentan otro modo de realización de microsistema electromecánico según la invención.

En el conjunto de las figuras, los elementos similares se designan mediante referencias idénticas.

**Descripción detallada**

5 Las figuras 4 y 5 presentan un modo de realización particular de microsistema electromecánico 1 según la invención, respectivamente en estado de reposo y en estado de activación.

Este microsistema electromecánico 1 comprende una viga móvil 30 y una base 15 que comprende un sustrato 20 y un electrodo de sustrato 40 fijo dispuesto sobre el sustrato 20.

10 El sustrato 20 está realizado normalmente en silicio o cualquier otro material adaptado, normalmente en un material de tipo cerámica, zafiro, cuarzo, sílice fundida, otros sustratos cristalinos, semiconductores, polímeros o cualquier otro material adaptado.

15 La viga móvil 30 provista de topes 70 está dispuesta por encima del sustrato 20, y se ilustra como estando mantenida por un resorte de suspensión 34 que ilustra la capacidad de deformación elástica de la viga móvil 30.

20 La viga móvil 30 está realizada por ejemplo en metal, tal como oro, aleación de oro, aluminio, aleación de aluminio o cualquier otro metal adaptado, o semiconductor, tal como polisilicio, silicio monocristalino, etc. Presenta una forma adaptada para definir un espacio interno 25 entre dicho sustrato 20 y la viga 30.

25 El electrodo de sustrato 40 está dispuesto sobre el sustrato 20, sustancialmente en el centro de dicho espacio interno 25. El electrodo de sustrato 40 está fabricado normalmente a partir de metal, semimetal, semiconductor o cualquier otro material adaptado.

Un generador 10 está conectado a la viga 30 y al electrodo de sustrato 40, de manera que se puede aplicar una diferencia de potencial entre la viga 30 y el electrodo de sustrato 40.

30 Unas clavijas 50, realizadas normalmente en material metálico, semimetal, semiconductor o cualquier otro material adaptado, están dispuestas sobre el sustrato 20, enfrente de los topes 70 de la viga 30. Las clavijas 50 están conectadas eléctricamente al borne del generador 10 conectado a la viga 30, por ejemplo a la masa del generador 10. Por lo tanto, las clavijas 50 están conectadas eléctricamente a la viga 30, y están al mismo potencial que esta última con el fin de no provocar un cortocircuito eléctrico.

35 Las clavijas 50 desempeñan una función que se califica como elemento de bloqueo de cargas, es decir que bloquean la inyección de cargas eléctricas cuando el dispositivo está activado.

40 En efecto, en estado de activación, el contacto entre las clavijas 50 y los topes 70 de la viga 30 permite bloquear la inyección de cargas en el sustrato 20 en la medida en la que las clavijas 50 y la viga 30 están conectadas eléctricamente y están al mismo potencial.

45 Las figuras 6 y 7 presentan otro modo de realización particular del microsistema electromecánico 1 tal como se presenta mediante las figuras 4 y 5, en el que la base 15 comprende además una base eléctricamente conductora 52 adyacente al sustrato 20 y una capa eléctricamente aislante 90 superpuesta a la base 52.

50 En este modo de realización, las clavijas 50 están colocadas sobre la base 52 y por lo tanto están conectadas al generador 10 por medio de la base conductora 52 común a las clavijas 50, sobre la que está dispuesta la capa aislante 90. El electrodo de sustrato 40 está colocado por su parte sobre la capa aislante 90, lo cual permite aislar por lo tanto el electrodo de sustrato 40 de las clavijas 50.

55 La capa aislante 90 está realizada normalmente a partir de una evaporación o una pulverización de un material o de una mezcla de varios materiales, o incluso mediante deposición química en fase vapor asistida por plasma y otras técnicas de deposición de aislante.

La figura 7 representa el microsistema electromecánico 1 en estado de activación, e ilustra la superposición de los elementos, a saber respectivamente:

- la viga 30;
- la lámina de aire 80;
- 60 - el electrodo de sustrato 40;
- la capa aislante 90;
- la base conductora 52 y las clavijas 50;
- el sustrato 20.

65 Con respecto al modo de realización representado en las figuras 4 y 5, este modo de realización permite mejorar la captación y la evacuación de las cargas eléctricas, gracias a la base conductora 52 que constituye una superficie de

captación de las cargas importante.

En este caso es el conjunto constituido por las clavijas 50 y la base conductora 52 el que desempeña la función de elemento de bloqueo de cargas.

5

Las figuras 8 y 9 presentan otro modo de realización del microsistema electromecánico 1 según la invención.

En este modo de realización, el microsistema electromecánico 1 comprende:

- 10
- una viga 30 que comprende unos topes mecánicos 70;
  - una lámina de aire 80;
  - un electrodo de sustrato 40;
  - una capa altamente resistiva 100; y
  - un sustrato 20.

15

La capa altamente resistiva 100, que está dispuesta directamente sobre el sustrato 20, está conectada al borne del generador 10 que está conectado a la viga 30. Por lo tanto, la viga 30 y la capa altamente resistiva 100 están conectadas eléctricamente.

20

Preferentemente, el material utilizado para la realización de la capa altamente resistiva 100 presenta una resistividad comprendida entre 100 MOhm-cuadrado y 10 kOhm-cuadrado. Está formada normalmente por una aleación de silicio-cromo (SiCr), carbono de estructura de diamante (DLC), silicio implantado, o un óxido conductor.

25

Son posibles varios modos de realización para la deposición de esta capa altamente resistiva 100, particularmente mediante ablación láser, deposición química en fase vapor asistida por plasma o cualquier otro método adaptado.

Este modo de realización es particularmente interesante debido a la simplicidad de la estructura de microsistema electromecánico 1 que resulta del mismo, que por lo tanto se puede fabricarse fácilmente.

30

En estado de activación, la viga 30 entra en contacto con la capa altamente resistiva 100, al nivel de los topes 70. El hecho de que la viga 30 y la capa altamente resistiva 100 estén conectadas eléctricamente permite bloquear la inyección de cargas.

35

La capa altamente resistiva 100 desempeña la función de elemento de bloqueo de cargas eléctricas. En efecto, permite bloquear la inyección de cargas en el momento de la activación del dispositivo en la medida en que la capa altamente resistiva 100 y la viga 30 están al mismo potencial.

Además, el hecho de disponer la capa altamente resistiva 100 sobre el sustrato 20 permite ajustar muy finamente las características, lo cual permite preservar las prestaciones eléctricas de los microsistemas.

40

Las figuras 10 y 11 presentan, respectivamente en estado de reposo y en estado de activación, otro modo de realización del microsistema electromecánico 1 presentado en las figuras 8 y 9.

45

Este modo de realización adopta de nuevo la estructura presentada en las figuras 8 y 9, a la cual se añaden unas clavijas 50 dispuestas enfrente de los topes mecánicos 70 de la viga 30, en la base 15 sobre la capa altamente resistiva 100.

50

La unión entre la viga 30 y la capa altamente resistiva 100, en el momento de la activación, se realiza por medio de las clavijas 50. Por lo tanto, es el conjunto constituido por las clavijas 50 y la capa altamente resistiva 100 el que desempeña la función de elemento de bloqueo de cargas eléctricas.

El hecho de disponer de clavijas 50 para garantizar el contacto permite utilizar un material específico diferente del de la capa resistiva 100, y ofrece por lo tanto un grado de libertad adicional.

55

Estas clavijas 50 pueden estar realizadas por ejemplo en un material que presenta un coeficiente de rozamiento bajo, normalmente un material seleccionado de la familia del platino, tal como el rodio, rutenio, platino, etc., u otros materiales adaptados.

60

Por lo tanto, la invención propone bloquear la inyección de cargas eléctricas cuando el dispositivo está en estado de activación mediante la adición de un elemento de bloqueo dispuesto enfrente de los topes mecánicos 70 de la viga 30, y conectado eléctricamente a la viga 30.

65

Este elemento de bloqueo puede estar realizado según varios modos de realización particulares. Estos modos de realización hacen intervenir particularmente unas clavijas 50, una capa de material altamente resistivo 100, una base conductora 52 y una capa aislante 90, pudiendo estos elementos ser considerados individualmente o en combinación tal como se ha descrito anteriormente.

5 Limitar en gran medida, o incluso impedir, la carga dieléctrica entre la viga 30 y la base 15, o más particularmente entre la viga 30 y el sustrato 20, permite aumentar de manera muy importante la vida útil de los componentes. Por lo tanto, se pasa de una vida útil de los microsistemas electromecánicos del orden de algunos minutos o decenas de minutos a una vida útil del orden de varios meses en funcionamiento continuo en estado activado.

Los microsistemas electromecánicos según la invención también muestran una alta estabilidad de prestaciones en un gran número de conmutaciones en el momento de las pruebas.

**REIVINDICACIONES**

1. Microsistema electromecánico (1) que comprende:

- 5           - una base (15) que comprende un sustrato (20) y un electrodo de sustrato (40) fijado al sustrato,  
            - una viga móvil (30) suspendida por encima del sustrato (20),  
            - un generador de tensión (10), conectado mediante un primer borne a la viga (30) y mediante un segundo  
10           borne al electrodo de sustrato (40), adaptado para generar una diferencia de potencial entre la viga (30) y el  
            electrodo de sustrato (40), y  
            - por lo menos un tope mecánico (70) unido a la viga y adaptado para entrar en contacto con la base (15) en el  
15           momento de la aplicación de una diferencia de potencial entre la viga (30) y el electrodo de sustrato (40)  
            definiendo una lámina de aire (80) entre la viga (30) y el electrodo de sustrato (40),

estando dicho microsistema electromecánico caracterizado por que comprende además un elemento de bloqueo de  
cargas eléctricas (50, 52, 100) dispuesto sobre el sustrato (20), enfrente del por lo menos un tope mecánico (70) y  
conectado eléctricamente a la viga (30).

20           2. Microsistema electromecánico según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho elemento de bloqueo de  
cargas eléctricas está constituido por lo menos por un clavija (50) colocada enfrente de un tope mecánico (70) de la  
viga (30).

25           3. Microsistema electromecánico según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho elemento de bloqueo de  
cargas eléctricas está constituido por una capa (100) de material cuya resistividad eléctrica está comprendida entre  
100 MOhm-cuadrado y 10 kOhm-cuadrado.

30           4. Microsistema electromecánico según la reivindicación 3, caracterizado por que por lo menos una clavija metálica  
(50) está dispuesta sobre dicha capa de material (100), enfrente de un tope mecánico de la viga (30).

35           5. Microsistema electromecánico según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado por que dicho material que  
constituye el elemento de bloqueo de cargas eléctricas (100) es una aleación de silicio-cromo, carbono de estructura  
de diamante, silicio implantado o un óxido conductor.

40           6. Microsistema electromecánico según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho elemento de bloqueo de  
cargas eléctricas comprende por lo menos una clavija metálica (50) conectada a una base conductora dispuesta  
sobre el sustrato y conectada a la viga móvil (30), estando dicha base conductora coronada por una capa  
eléctricamente aislante (90), sobre la que está dispuesto el electrodo de sustrato (40).

45           7. Microsistema electromecánico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho sustrato  
(20) está realizado en un material de entre por lo menos uno de los materiales siguientes: cerámica, zafiro, cuarzo,  
sílice fundida, sustratos cristalinos, semiconductores, polímeros.

50           8. Microsistema electromecánico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la viga móvil  
(30) está realizada en metal, tal como oro, aleación de oro, aluminio, aleación de aluminio o semiconductor, tal como  
polisilicio o silicio monocristalino.

55           9. Microsistema electromecánico según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho  
elemento de bloqueo de cargas eléctricas comprende por lo menos una clavija (50) realizada en material metálico,  
seleccionado preferentemente de la familia del platino, tal como el rodio, el rutenio, el platino, semimetal o  
semiconductor.

            10. Microsistema electromecánico capacitivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que  
dicho tope (70) está adaptado para mantener un grosor de aire (80) entre la viga (30) y el electrodo de sustrato (40)  
comprendido entre 0,1 y 2  $\mu\text{m}$ .



FIG. 1

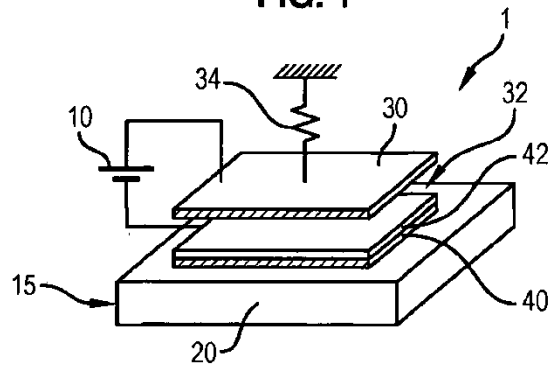


FIG. 2

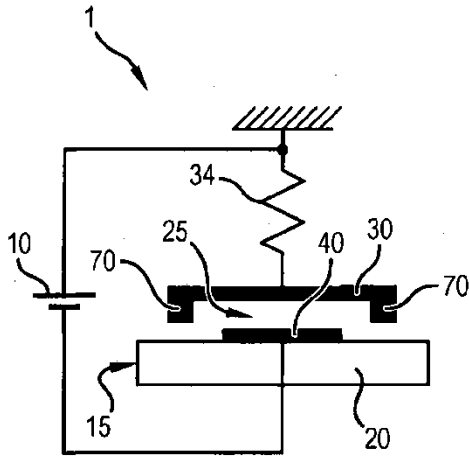


FIG. 3

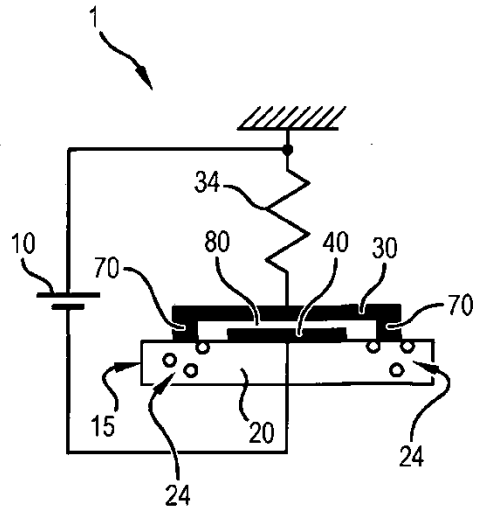


FIG. 4

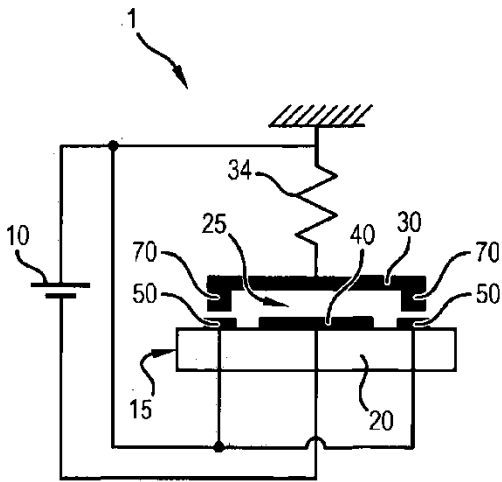


FIG. 5

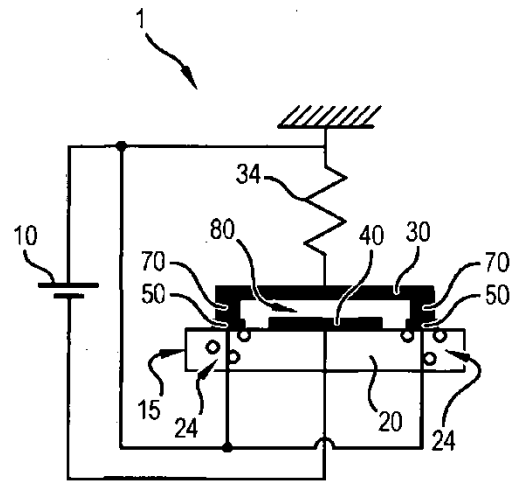


FIG. 6

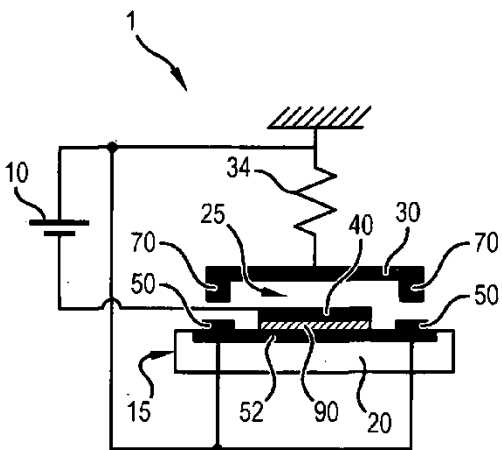


FIG. 7

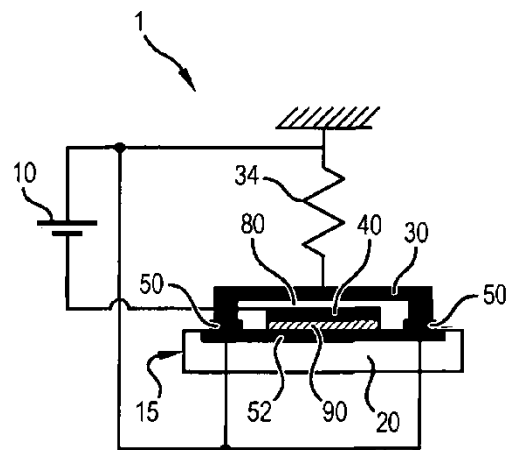


FIG. 8

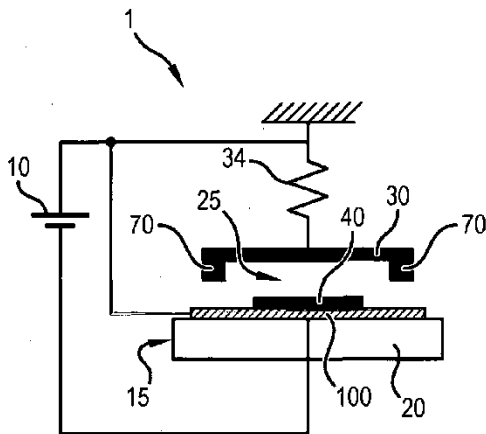


FIG. 9

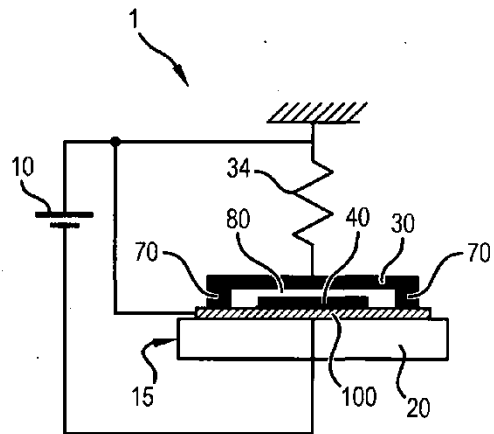


FIG. 10

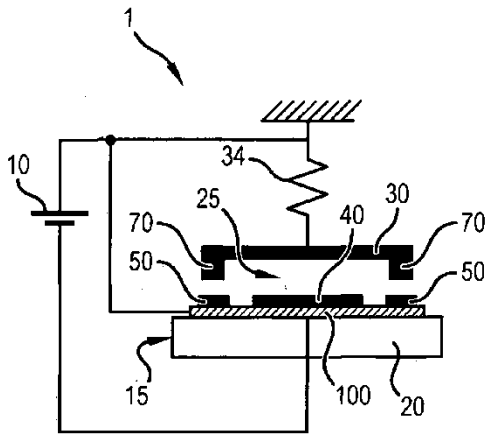


FIG. 11

