

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 980**

51 Int. Cl.:

H01L 29/82 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2003 E 03759463 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014 EP 1540738**

54 Título: **Control del comportamiento electromecánico de estructuras en un dispositivo de sistemas microelectromecánicos**

30 Prioridad:

20.09.2002 US 251196

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

03.12.2014

73 Titular/es:

**QUALCOMM MEMS TECHNOLOGIES, INC.
(100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**MILES, MARK W.;
BATEY, JOHN;
CHUI, CLARENCE y
KOTHARI, MANISH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 523 980 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

Control del comportamiento electromecánico de estructuras en un dispositivo de sistemas microelectromecánicos

Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de dispositivos de sistemas microelectromecánicos. En particular, versa acerca de estructuras de película delgada en dispositivos de sistemas microelectromecánicos y acerca de respuestas electromecánicas y ópticas de tales estructuras de película delgada.

Antecedentes de la invención

10 En la actualidad, se pueden fabricar una amplia variedad de dispositivos de sistemas microelectromecánicos (MEMS) utilizando técnicas de microfabricación. Ejemplos de estos dispositivos de MEMS incluyen motores, bombas, válvulas, interruptores, sensores, píxeles, etc.

15 A menudo, estos dispositivos de MEMS emplean principios y fenómenos de distintos dominios tales como los dominios óptico, eléctrico y mecánico. Tales principios y fenómenos, aunque aparentemente difíciles de emplear en el mundo macroscópico, pueden ser sumamente útiles en el mundo microscópico de los dispositivos de MEMS, en los que se pueden ampliar tales fenómenos. Por ejemplo, las fuerzas electrostáticas que se considera, en general, que son demasiado débiles en el mundo macroscópico como para ser empleadas, son suficientemente intensas en el mundo microscópico de los dispositivos de MEMS para activar estos dispositivos, a menudo a velocidades elevadas y con un consumo energético reducido.

20 En general, los materiales utilizados en los dispositivos de MEMS están seleccionados en función de sus propiedades inherentes en los dominios óptico, eléctrico y mecánico y de la respuesta característica a una entrada, tal como por ejemplo, una tensión de excitación o de accionamiento.

25 Un problema que afecta a la fabricación de los dispositivos de MEMS es que en algunos casos, un material que tiene una respuesta muy deseable a una entrada, por ejemplo una respuesta óptica a luz incidente, también puede tener una respuesta no deseable a una entrada, por ejemplo, una respuesta electromecánica a una tensión de accionamiento o de excitación. Para superar, o al menos reducir, la respuesta no deseable, se tienen que encontrar o desarrollar nuevos materiales a menudo con un gasto enorme.

Otro problema con la fabricación de los dispositivos de MEMS es que a veces, un material seleccionado por su respuesta característica puede ser dañado debido a una exposición a agentes químicos utilizados durante un procedimiento particular de microfabricación. Esto provoca que el material demuestre una respuesta característica menor a la entrada.

30 El documento US 6.376.787 B1 da a conocer un interruptor de sistema microelectromecánico (MEMS) que tiene un electrodo inferior formado sobre un sustrato y una capa delgada aislante de protección dispuesta sobre el electrodo inferior. Hay dispuesto un material dieléctrico sobre la capa aislante de protección y se forma un electrodo de tracción descendente sobre el separador y el material dieléctrico. La capa aislante de protección evita la oxidación del electrodo inferior. La capa delgada aislante de protección comprende un metal que tiene un óxido asociado con una constante dieléctrica elevada. Puede oxidarse una porción de la capa delgada aislante de protección durante la formación del material dieléctrico, aumentando la capacitancia de la pila dieléctrica.

40 El documento WO 99/52006 A2 da a conocer un modulador interferométrico que comprende una cavidad definida por dos paredes. Al menos dos brazos conectan las dos paredes para permitir el movimiento mutuo de las paredes. Los dos brazos están configurados y fijados a una primera de las paredes de una forma que permita que se mitigue un esfuerzo mecánico en la primera pared por medio del movimiento de la primera pared esencialmente en el plano de la primera pared.

45 El documento US 2002/024711 A1 da a conocer un modulador interferométrico (IMod) que es un dispositivo microelectromecánico para modular luz utilizando la interferencia. Se pueden determinar los colores de estos dispositivos de forma espacial, y se puede compensar su corrimiento de color inherente utilizando varios mecanismos de compensación óptica. Se pueden controlar la luminosidad, el direccionamiento y la excitación de IMods de una variedad de formas con un encapsulado apropiado y electrónica periférica que puede ser fijada y/o fabricada utilizando una de muchas técnicas. Los dispositivos pueden ser utilizados tanto en aplicaciones embebidas como en aplicaciones percibidas directamente, proporcionando estas múltiples modos de visualización al igual que una multitud de conceptos de productos que varían en tamaño desde microscópico hasta dimensiones arquitectónicas.

50

Sumario de la invención

En una realización, la invención proporciona un procedimiento para fabricar un dispositivo de sistemas microelectromecánicos. El procedimiento comprende fabricar una primera capa que comprende una película o película estructurada que tiene una respuesta electromecánica característica, y una respuesta óptica característica,

en el que la respuesta óptica característica es deseable y la respuesta electromecánica característica es poco deseable; y modificar la respuesta electromecánica característica de la primera capa manipulando la acumulación de la carga en la misma durante la activación del dispositivo de sistemas microelectromecánicos.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Las Figuras 1 y 2 muestran un diagrama de bloques de un dispositivo de MEMS en un estado no accionado y en un estado accionado, respectivamente;
la Figura 3 muestra un gráfico de las tensiones de accionamiento y de desconexión para el dispositivo de MEMS de las Figuras 1 y 2;
10 la Figura 4 muestra una realización de una pila de película delgada para un dispositivo de MEMS, según una realización de la invención;
la Figura 5 muestra una curva de histéresis para un dispositivo de MEMS que incluye la pila de película delgada mostrada en la Figura 4 de los dibujos;
la Figura 6 muestra otra realización de una pila de película delgada para un dispositivo de MEMS;
15 la Figura 7 muestra una curva de histéresis para un dispositivo de MEMS que incluye la pila de película delgada de la Figura 6 de los dibujos;
la Figura 8a muestra un diagrama de bloques de un sistema de flujo de fluido electrostático en un dispositivo de MEMS según una realización de la invención;
la Figura 8b muestra un dibujo esquemático del sistema de flujo de fluido de la Figura 8a que ilustra su principio de operación; y
20 la Figura 9 muestra otra realización de un dispositivo de MEMS según la invención.

Descripción detallada

Puede ser deseable una estructura o capa particular en un dispositivo de sistemas microelectromecánicos (MEMS) por su respuesta óptica a una entrada en forma de luz incidente, pero al mismo tiempo puede tener una respuesta electromecánica no deseable a una entrada en forma de una tensión de accionamiento o de excitación. La presente invención da a conocer técnicas para manipular o controlar la respuesta electromecánica de la estructura o capa, reduciendo al menos, de ese manera, la respuesta electromecánica no deseable.

Como ejemplo ilustrativo pero no limitante de un dispositivo de MEMS, considérese el dispositivo modulador de interferencias (IMOD) 10 mostrado en la Figura 1 de los dibujos. Con referencia a la Figura 1, puede verse que el dispositivo IMOD 10 ha sido simplificado mucho con fines ilustrativos, de forma que no se dificulte la comprensión de aspectos de la presente invención.

El dispositivo IMOD 10 incluye una capa transparente 12 y una capa reflectante 14 que está separada de la capa transparente 12 por un espacio 16 de aire. La capa transparente 12 está soportada sobre postes 18 y es desplazable electrostáticamente hacia la capa transparente 12 para cerrar, de ese modo, el espacio 16 de aire. Se utiliza un electrodo 20 que está conectado a un mecanismo 22 de excitación para provocar el desplazamiento electrostático de la capa reflectante 14. La Figura 1 muestra la capa reflectante 14 en una condición no excitada o no desplazada, mientras que la Figura 2 muestra la capa reflectante 14 en una condición excitada o desplazada. En general, se selecciona la capa reflectante 14 para producir una respuesta óptica deseada a la luz incidente cuando es puesta en contacto con la capa transparente 12. En un diseño de IMOD, la capa transparente 12 puede comprender SiO₂. El electrodo 20 y la capa transparente 12 están formados sobre un sustrato 24. El sustrato 24, el electrodo 20 y la capa transparente 12 sobre el mismo serán denominados "pila de película delgada".

Normalmente, se fabrica una pluralidad de dispositivos IMOD 10 en un gran conjunto, de manera que formen píxeles en un medio reflectante de visualización. En tal medio reflectante de visualización, cada dispositivo IMOD 10 define esencialmente un píxel que tiene una respuesta óptica característica cuando se encuentra en el estado no accionado, y una respuesta óptica característica cuando se encuentra en el estado excitado. Se pueden seleccionar la capa transparente 12 y el tamaño del espacio 16 de aire, de forma que un IMOD en el medio reflectante de visualización pueda reflejar luz roja, azul o verde cuando se encuentre en el estado no excitado y pueda absorber luz cuando se encuentre en el estado accionado.

Se apreciará que durante la operación del medio reflectante de visualización, se energizan y se desenergizan rápidamente los dispositivos IMOD 10 para transmitir información. Cuando se encuentra energizado, se excita electrostáticamente la capa reflectante 14 de un dispositivo IMOD 10 hacia la capa transparente 12, y cuando se desenergiza el IMOD 10, se permite que la capa reflectante 14 vuelva a su estado no accionado. Para mantener a la capa reflectante 14 en su condición excitada, se aplica una tensión de polarización a cada dispositivo IMOD 10.

Si una tensión de accionamiento, $V_{\text{accionamiento}}$, definida como una tensión requerida para llevar electrostáticamente la capa reflectante 14 de un dispositivo IMOD hasta su condición excitada, como se muestra en la Figura 2 de los dibujos, es igual a una tensión de desconexión, $V_{\text{desconexión}}$, definida como la tensión a la que la capa reflectante 14 vuelve a su condición no desplazada, como se muestra en la Figura 1 de los dibujos, entonces se vuelve sumamente difícil seleccionar una tensión apropiada de polarización, $V_{\text{polarización}}$, que pueda ser aplicada a todos los IMOD 10 en el medio reflectante de visualización para mantener las capas reflectante 14 de cada dispositivo IMOD

respectivo 10 en el medio reflectante de polarización en su condición excitada. La razón de esto es que cada IMOD 10 en el medio reflectante de polarización puede tener ligeras variaciones, por ejemplo, variaciones en un grosor de las capas 12, 14, etc., que, en la práctica, tienen como resultado una tensión de desconexión, $V_{\text{desconexión}}$, distinta para cada IMOD 10. Además, debido a la resistencia de línea, habrá variaciones en la tensión real aplicada a cada IMOD 10, en función de su posición en el medio de visualización. Esto hace que sea muy difícil, si no imposible, seleccionar un valor para $V_{\text{polarización}}$ que mantendrá a la capa reflectante 14 de cada IMOD 10 respectivo en el medio reflectante de visualización en su condición excitada. Esto se explica con referencia a la Figura 3 de los dibujos, que muestra el comportamiento de histéresis observado de la capa reflectante 14 de un IMOD 10, en el que la capa transparente 12 comprende SiO_2 .

Con referencia a la Figura 3, se muestra una curva 30 que representa la tensión (en voltios) aplicada en el eje X, con respecto a la respuesta óptica medida en voltios en el eje Y para un IMOD 10 que comprende una capa transparente de SiO_2 . Como puede verse, el accionamiento de la capa reflectante 14 se produce a aproximadamente 12,5 voltios, es decir, $V_{\text{accionamiento}}$ es igual a 12,5 voltios, y la capa reflectante 14 vuelve a su condición no excitada cuando la tensión aplicada cae por debajo de 12,5 voltios, es decir, $V_{\text{desconexión}}$ es igual a 12,5 voltios. Por lo tanto, la capa reflectante 14 en un dispositivo IMOD 10 en el que la capa transparente solo comprende SiO_2 no demuestra histéresis alguna. Por lo tanto, si se fabrica el medio reflectante de visualización utilizando dispositivos IMOD 10, cada uno de los cuales comprende una capa transparente 12 que solo tenga SiO_2 , sería imposible seleccionar un valor para $V_{\text{polarización}}$. Por ejemplo, si se selecciona que la $V_{\text{polarización}}$ sea 12,5 voltios, debido a variaciones en los dispositivos IMOD 10 en el medio reflectante de visualización, para al menos algunos de los dispositivos IMOD 10, una $V_{\text{polarización}}$ de 12,5 voltios no mantendría la capa reflectante 14 de esos dispositivos IMOD 10 en la condición excitada.

Para seleccionar una $V_{\text{polarización}}$ que sea suficiente para mantener la capa reflectante 14 de un dispositivo IMOD 10 respectivo en un medio reflectante de visualización en su condición excitada, es necesario que cada capa reflectante 14 de un dispositivo IMOD respectivo 10 en el medio reflectante de visualización demuestre algún grado de histéresis, definido como una diferencia no nula entre la $V_{\text{accionamiento}}$ y la $V_{\text{desconexión}}$.

Se apreciará que se determina la respuesta electromecánica de la capa reflectante 14 de cada dispositivo IMOD mediante las propiedades electromecánicas de la capa reflectante 14 al igual que las propiedades eléctricas de la capa transparente 12. En un diseño particular de dispositivo IMOD, la capa transparente 12 comprende SiO_2 que proporciona una respuesta óptica deseada cuando se pone la capa reflectante 14 en contacto con la misma. Sin embargo, la capa transparente 12 que comprende SiO_2 tiene una cierta característica o propiedad eléctrica (el SiO_2 atrapa la carga negativa) que afecta al comportamiento de histéresis de la capa reflectante 14. Por lo tanto, la capa transparente 12 tiene una respuesta óptica deseada pero una respuesta electromecánica no deseable a una tensión de excitación o de accionamiento que afecta al comportamiento de histéresis de la capa reflectante 14.

Según realizaciones de la presente invención, se altera el comportamiento electromecánico de la capa transparente 12 añadiendo una capa adicional a la pila de película delgada. Esta capa adicional minimiza al menos o compensa el efecto de la capa transparente 12 sobre el comportamiento de histéresis de la capa reflectante 14.

En una realización de la invención, la capa adicional comprende Al_2O_3 que es depositado, según técnicas conocidas de deposición, sobre la capa transparente 12. Esto tiene como resultado una pila 40 de película delgada como se muestra en la Figura 4 de los dibujos, que comprende un sustrato 42, un electrodo 44, una capa reflectante 46 de SiO_2 y una capa 48 de Al_2O_3 que funciona como una capa de captura de carga.

La Figura 5 de los dibujos muestra una curva 50 de histéresis para un dispositivo IMOD 10 que comprende la pila 40 de película delgada. Como con la curva 30 de histéresis, el eje X traza la tensión aplicada en voltios, mientras que el eje Y traza la respuesta óptica en voltios. La curva 50 de histéresis muestra una ventana de histéresis de 2,8 voltios definida como la diferencia entre la $V_{\text{accionamiento}}$ (7,8 voltios) y la $V_{\text{desconexión}}$ (5,0 voltios). Cuando cada uno de los IMOD individuales 10 en un medio reflectante de visualización tiene una capa reflectante respectiva 14 que demuestra una histéresis según la curva 50 de histéresis, se podrá ver que es posible escoger un valor para la $V_{\text{polarización}}$ entre 5 voltios y 7,8 voltios que llevará a cabo de forma eficaz la función de mantener la capa reflectante 14 de cada dispositivo IMOD respectivo 10 en el medio reflectante de visualización en su condición excitada. En una realización adicional de la invención, se puede modificar adicionalmente la pila de película delgada para que incluya una capa Al_2O_3 sobre la capa reflectante 12, al igual que debajo de la misma. Esta realización se muestra en la Figura 6 de los dibujos, en la que se puede ver que la pila 60 de película delgada incluye un sustrato 62, un electrodo 64, una primera capa 66 de Al_2O_3 , una capa transparente 68 de SiO_2 y una segunda capa 70 de Al_2O_3 .

La Figura 7 de los dibujos muestra una curva 80 de histéresis para una capa transparente 14 de un dispositivo IMOD 10 que tiene la pila 60 de película delgada mostrada en la Figura 6 de los dibujos. Como puede verse, la ventana de histéresis es ahora más ancha, es decir, 4,5 voltios, siendo la diferencia entre la $V_{\text{accionamiento}}$ (9 voltios) y la $V_{\text{desconexión}}$ (4,5 voltios).

Sin embargo, se pueden utilizar otros materiales que tienen una densidad elevada de captura de carga. Estos materiales incluyen AlO_x , que es la versión no estequiométrica de Al_2O_3 , nitruro de silicio (Si_3N_4), su versión no estequiométrica (SiN_x), y pentóxido de tantalio (Ta_2O_5) y su versión no estequiométrica (TaO_x). Todos estos

materiales tienen densidades varios órdenes de magnitud mayores de captura de carga que SiO_2 y tienden a atrapar carga de cualquier polaridad. Debido a que estos materiales tienen una densidad elevada de captura de carga, es relativamente sencillo meter y sacar carga de estos materiales, en comparación con SiO_2 , que tiene una densidad reducida de captura de carga y tiene una afinidad para atrapar únicamente carga negativa.

- 5 Otros ejemplos de materiales que tienen una densidad elevada de captura de carga incluyen los óxidos metálicos de tierras raras (por ejemplo, óxido de hafnio), y materiales poliméricos. Además, se pueden utilizar materiales semiconductores dopados para atrapar carga bien negativa o bien positiva para formar la capa adicional sobre la capa transparente 12 de SiO_2 , y opcionalmente debajo de la misma.

10 Hasta ahora, se ha descrito una técnica para manipular el comportamiento electromecánico de un dispositivo de MEMS, en la que se controla una acumulación de carga en el dispositivo de MEMS mediante el uso de una capa de captura de carga que tiene una densidad elevada de captura de carga. Sin embargo, se debe comprender que la invención abarca el uso de cualquier capa de captura de carga para alterar o controlar el comportamiento electromecánico de un dispositivo de MEMS con independencia de la densidad de captura de carga de la misma. Naturalmente, la elección de una capa de captura de carga ya sea de densidad elevada, reducida o media de
15 captura de carga estará dictada por el comportamiento electromecánico que se esté buscando para un dispositivo de MEMS.

En algunas realizaciones la incorporación de metales, en forma de materiales inertes o de capas delgadas, proporciona otro mecanismo más para manipular la densidad de captura de carga de una película anfitriona en un dispositivo de MEMS. También se puede utilizar una estructuración de la película anfitriona produciendo huecos o
20 creando una variación o periodicidad en sus características materiales para alterar las características de captura de carga.

Según otra realización de la invención, un dispositivo IMOD 10 incluye una capa de barrera química depositada sobre la capa reflectante 12 para proteger a la capa reflectante 12 contra daños o degradación debidos a una
25 exposición a reactivos químicos para ataque en el procedimiento de microfabricación. Por ejemplo, en una realización, la capa transparente 12 que comprende SiO_2 , está protegida por una capa suprayacente que comprende Al_2O_3 , que actúa como una barrera química a reactivos para ataque, por ejemplo, XeF_2 . En tales realizaciones, se ha descubierto que cuando la capa transparente 12 de SiO_2 está protegida contra los reactivos para ataque, se eliminan los elementos no uniformes en el SiO_2 junto con faltas concomitantes de uniformidad en el comportamiento electromecánico, causando, de esta manera, que la capa transparente 14 en cada dispositivo IMOD 10 muestre
30 histéresis.

Las Figuras 8a y 8b muestran otra aplicación en un dispositivo de MEMS en la que se utiliza una capa de captura de carga para controlar el comportamiento electromagnético de una estructura en el dispositivo de MEMS.

Con referencia a la Figura 8a, el número 90 de referencia indica, en general, una porción de un sistema de flujo de fluido electrostático. El sistema de flujo de fluido electrostático incluye un sustrato 92 en el que se forma un canal 94 con forma generalmente de U. El canal 94 incluye una capa interna 96 de un primer material que está seleccionado, por ejemplo, debido a sus propiedades químicas y mecánicas, por ejemplo, el material puede ser particularmente resistente al desgaste, y puede demostrar poca degradación debido al flujo de un fluido en el canal. El canal 94 también incluye una capa externa 98 que está seleccionada por sus propiedades de captura de carga, como se explicará con más detalle a continuación.

40 El sistema 90 de flujo de fluido electrostático también incluye pares de electrodos 100 y 102 que son energizados de forma selectiva para provocar el desplazamiento de partículas de carga en un fluido en el canal 94 en la dirección indicada por la flecha 104 en la Figura 8b de los dibujos. En una realización, la capa externa 98 atrapa la carga del fluido para proporcionar, de ese modo, un mayor control del flujo del fluido en el sistema 101. En otra realización, la capa 98 puede atrapar carga para eliminar o para reducir los efectos de histéresis.

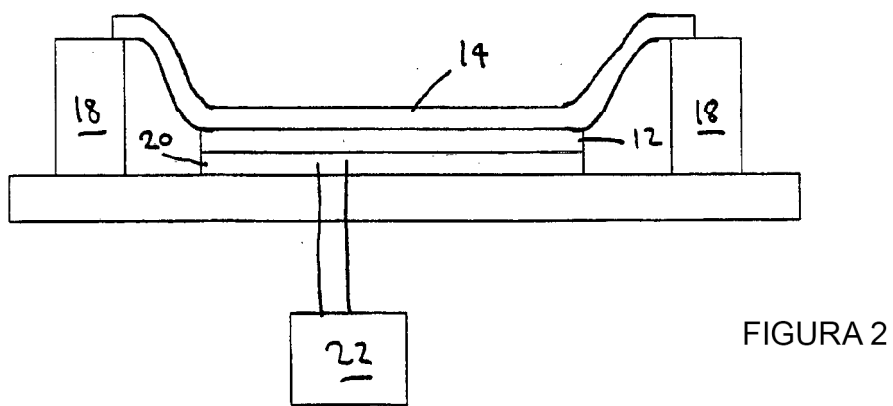
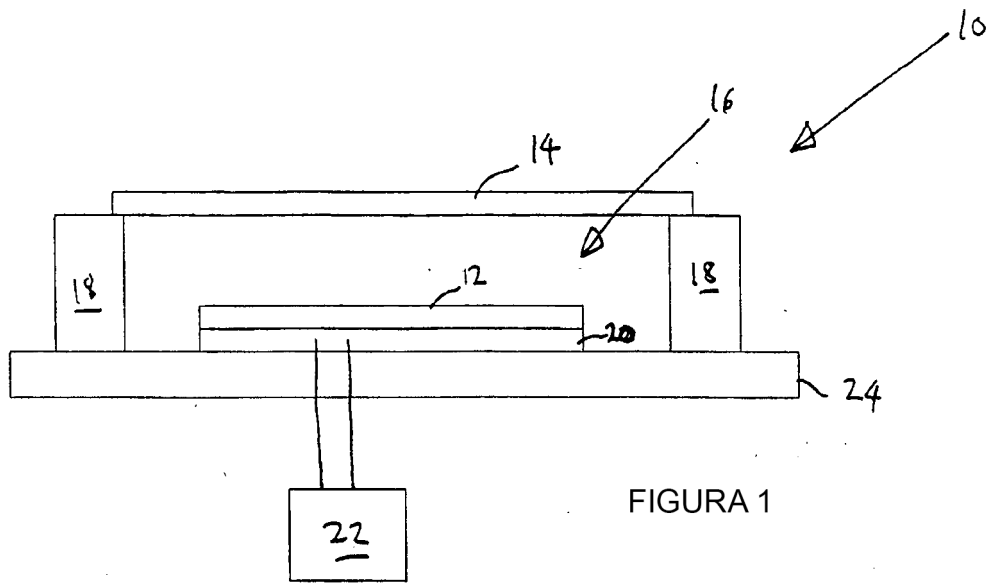
45 Con referencia ahora a la Figura 9 de los dibujos, se muestra otra aplicación de utilización de una capa de captura de carga para alterar el comportamiento electromecánico de una estructura en un dispositivo de MEMS. En la Figura 9, el número 120 de referencia indica, en general, un motor que comprende un rotor 122 que está alineado axialmente y separado de un estátor de 124. Como puede verse, el estátor 124 está formado sobre un sustrato 126 e incluye electrodos 128, que, durante su uso, son energizados por medio de un mecanismo de excitación (no mostrado). El rotor 122 incluye una porción cilíndrica 130 que es solidaria con un eje 132. El rotor 122 puede ser de un material que puede ser seleccionado por sus propiedades mecánicas, incluyendo una resistencia al desgaste, pero puede tener propiedades eléctricas no deseables en respuesta a una entrada, tal como cuando se energizan los electrodos 128 para provocar la rotación del rotor 122. Para compensar estas propiedades eléctricas no deseables, se depositan las capas 134 y 136 sobre el rotor 122 para actuar de forma eficaz como una capa de
50 captura de carga para alterar el comportamiento electromecánico del rotor 122.
55

Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a realizaciones ejemplares específicas, será evidente que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones a estas realizaciones sin alejarse del alcance de la

invención según se define en las reivindicaciones. En consecuencia, la memoria y los dibujos deben ser considerados en un sentido ilustrativo en vez de en un sentido restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) de MEMS, que comprende:
 - un sustrato (24, 42, 62);
 - un electrodo (20, 44, 64), en el que el electrodo (20, 44, 64) está ubicado sobre el sustrato (24, 44, 64);
 - una capa transparente (12, 46, 68), estando ubicada la capa transparente (12, 46, 68) sobre el electrodo (20, 46, 68), y comprendiendo la capa transparente (12, 46, 68) SiO_2 ;
 - una capa (48, 70) de captura de carga, estando ubicada la capa (48, 70) de captura de carga sobre la capa transparente (12, 46, 68) e incluye un material que tiene una densidad de captura de carga para manipular la acumulación de la carga sobre la capa transparente (12, 46, 68), y en el que
 - la capa (48, 70) de captura de carga sirve de capa barrera de ataque químico y es resistente a XeF_2 ;
 - un espacio (16) de aire, en el que el espacio (16) de aire está ubicado adyacente a la capa (48, 70) de captura de carga; y
 - una capa desplazable (14), siendo la capa desplazable (14) reflectante de la luz incidente.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la capa (48, 70) de captura de carga comprende Al_2O_3 .
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato (10) es un modulador interferométrico.
4. El aparato de la reivindicación 1, que comprende, además, una capa (66) que comprende Al_2O_3 ubicada entre la capa transparente (12, 46, 68) que comprende SiO_2 y el electrodo (20, 44, 64).
5. El aparato de la reivindicación 1, en el que la capa desplazable (14) es desplazable electrostáticamente desde una condición no excitada en la que está separada de la capa transparente (12, 48, 68) por el espacio (16) de aire hasta una condición excitada en la que está cerrado el espacio (16) de aire.
6. Un procedimiento para fabricar un dispositivo (10) de MEMS, que comprende:
 - formar una capa (20, 44, 64) de electrodo sobre un sustrato (24, 42, 62);
 - formar una capa transparente (12, 46, 68) sobre la capa (20, 44, 64) de electrodo, comprendiendo la capa transparente (12, 46, 68) SiO_2 ;
 - formar una capa (48, 70) de captura de carga sobre la capa transparente (12, 46, 68), en el que la capa (48, 70) de captura de carga incluye un material que tiene una densidad de captura de carga para manipular la acumulación de la carga sobre la capa transparente (12, 46, 68), y sirviendo la capa (48, 70) de captura de carga de capa barrera de ataque químico; y
 - exponer la capa (48, 70) de captura de carga a XeF_2 , en siendo la capa (48, 70) de captura de carga resistente a XeF_2 .
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la capa (48, 70) de captura de carga comprende Al_2O_3 .
8. El procedimiento de la reivindicación 6, que comprende, además, formar una capa desplazable (14), en el que la capa desplazable (14) está separada de la capa (48, 70) de captura de carga por un espacio (16) de aire.
9. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el dispositivo (10) de MEMS es un modulador interferométrico.
10. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la capa desplazable (14) es desplazable electrostáticamente desde una condición no excitada en la que está separada de la capa transparente (12, 48, 68) por el espacio (16) de aire hasta una condición excitada en la que se cierra el espacio (16) de aire.



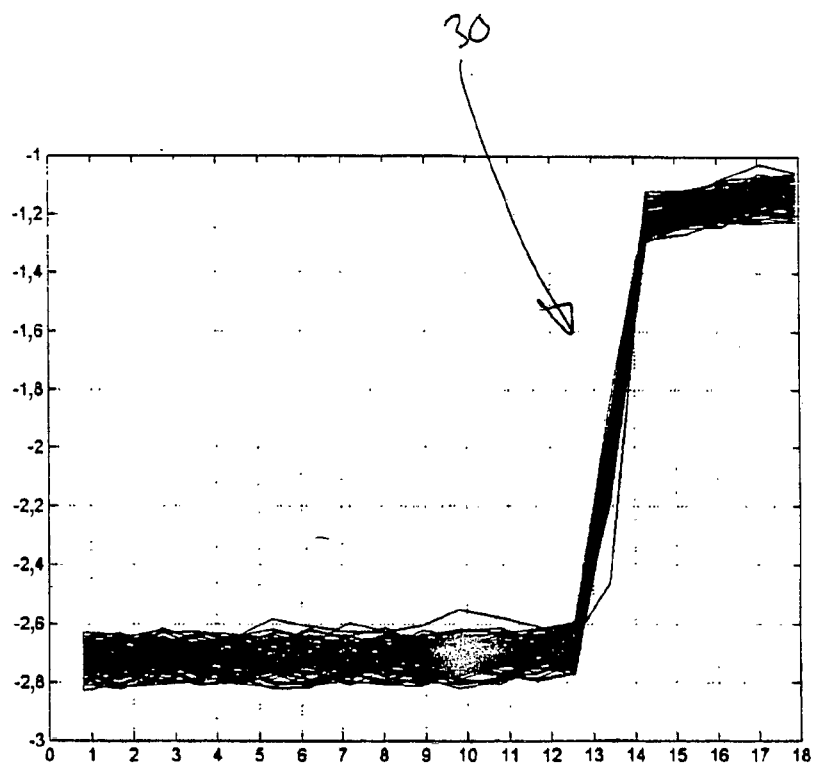


FIGURA 3

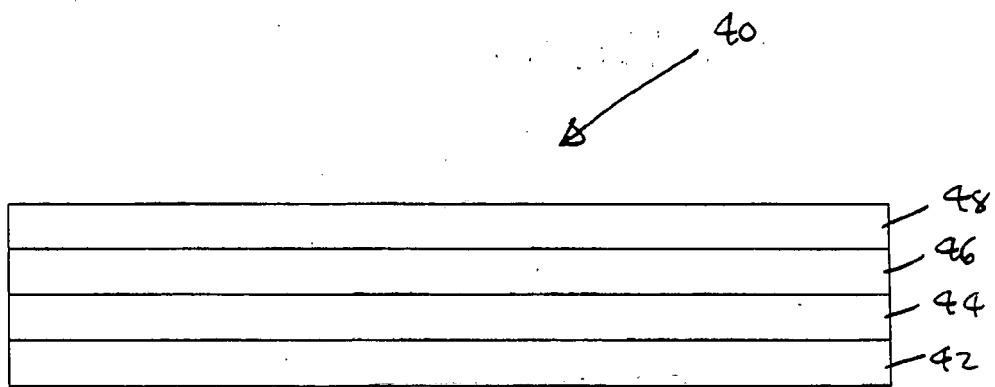


FIGURA 4

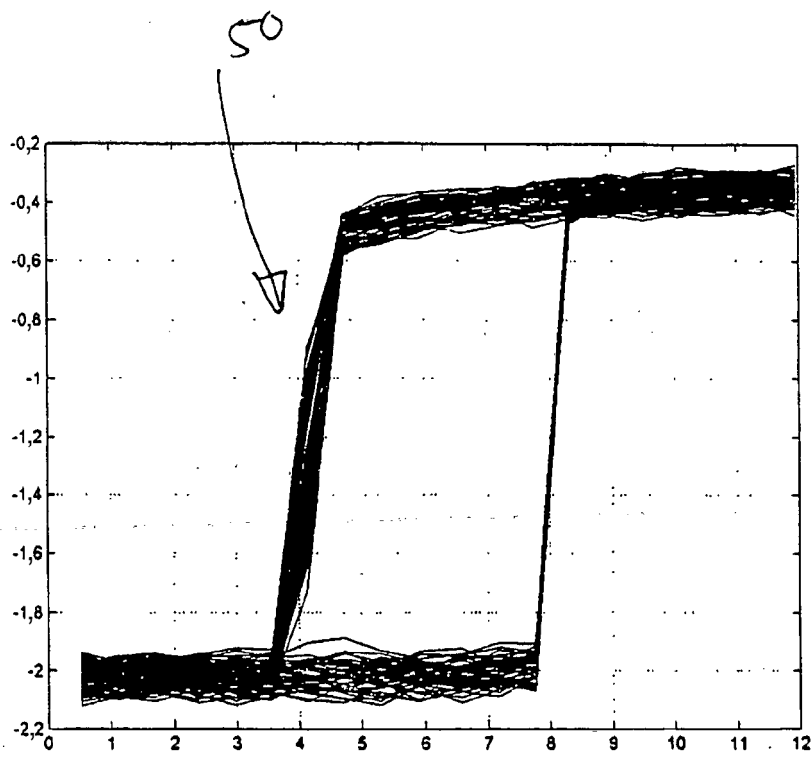


FIGURA 5

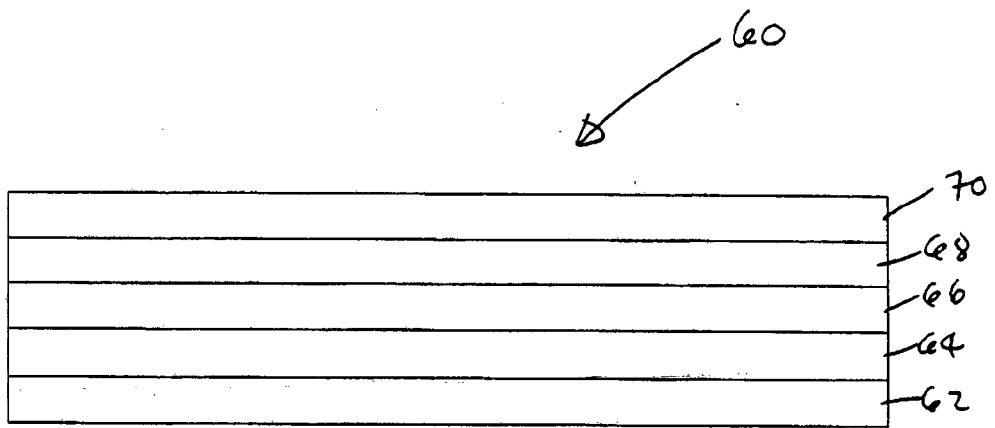


FIGURA 6

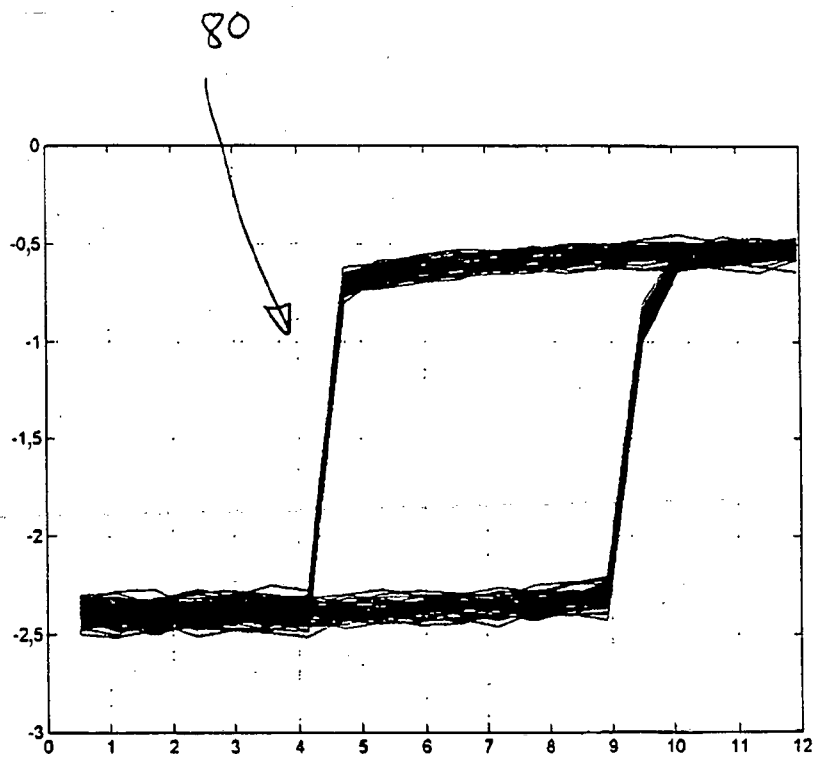
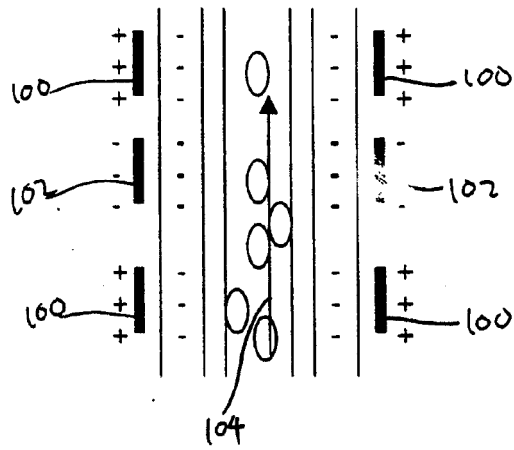
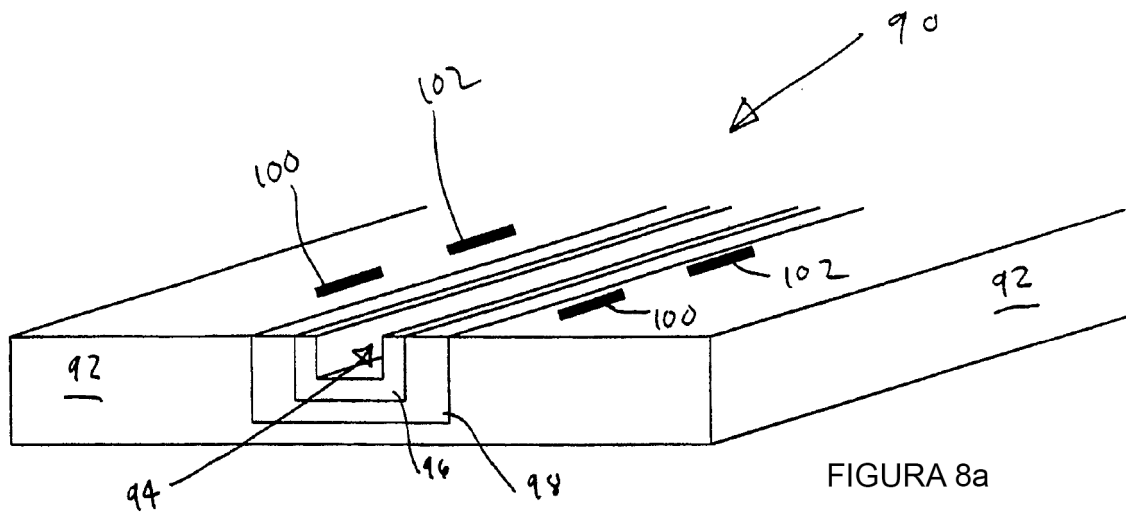


FIGURA 7



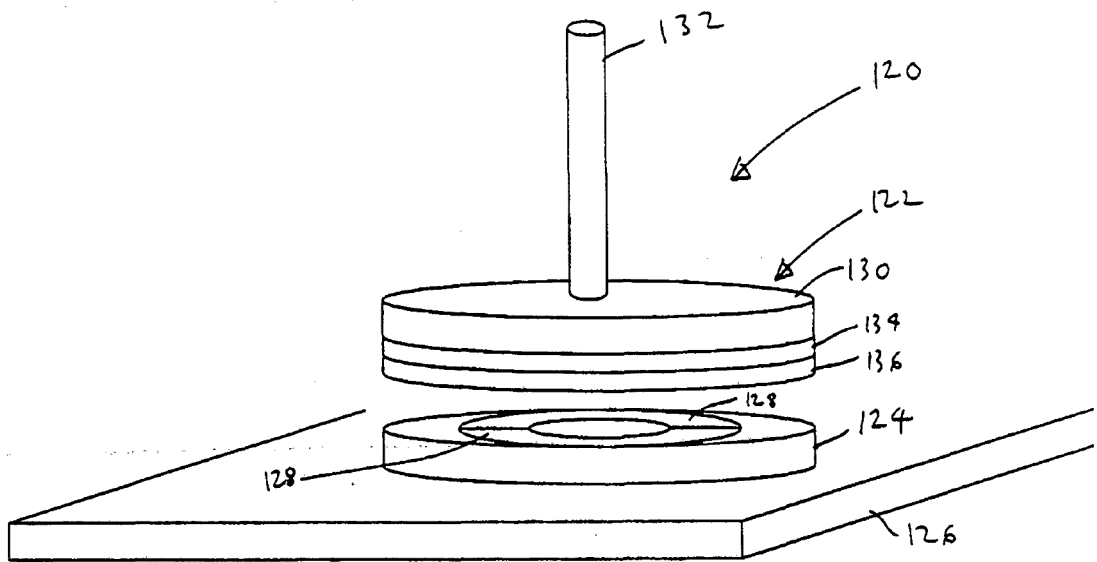


FIGURA 9