



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2005111765/28, 18.09.2003**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.09.2003

(30) Конвенционный приоритет:
20.09.2002 US 10/251,196

(43) Дата публикации заявки: **20.01.2006**

(45) Опубликовано: **27.02.2009 Бюл. № 6**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 6376787 A, 23.04.2002. WO 9530924 A1, 16.11.1995. US 5022745 A, 11.06.1991. RU 2100831 C1, 27.12.1997. SU 1525946 A1, 24.02.1987.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
20.04.2005

(86) Заявка РСТ:
US 03/30016 (18.09.2003)

(87) Публикация РСТ:
WO 2004/026757 (01.04.2004)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

**МАЙЛС Марк В. (US),
БЕЙТИ Джон (US),
ЧУЙ Клэрэнс (US),
КОТАРИ Маниш (US)**

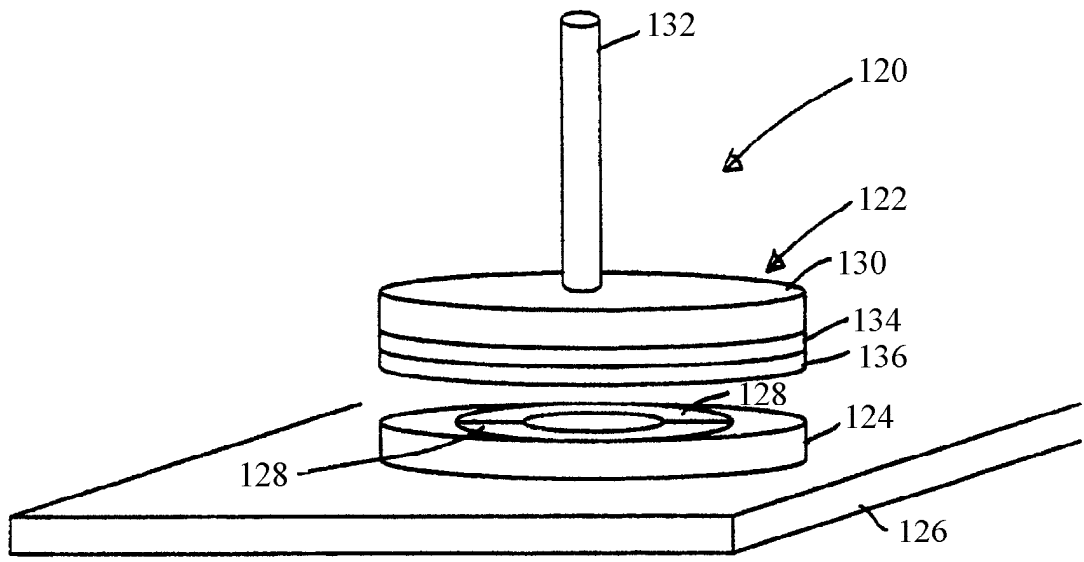
(73) Патентообладатель(и):
АйДиСи, ЭлЭлСи (US)

**(54) РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СТРУКТУР В УСТРОЙСТВЕ
МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к тонкопленочным структурам в устройствах микроэлектромеханических систем и к электромеханическому и оптическому откликам этих тонкопленочных структур. Устройство микроэлектромеханических систем (МЭМС) содержит: подложку, электростатически смещаемый слой, электрод, размещенный поверх подложки, между электродом и смещаемым слоем расположен воздушный зазор, слой улавливания

электрических зарядов, содержащий материал, способный улавливать как положительные, так и отрицательные заряды, прозрачный слой, сформированный между слоем улавливания электрических зарядов и электродом. Также предложены еще два варианта устройства МЭМС и два варианта способа изготовления МЭМС. Изобретение обеспечивает улучшенный характеристический (электромеханический) отклик. 5 н. и 18 з.п. ф-лы, 9 ил.



ФИГ. 9

RU 2348088 C2

RU 2348088 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005111765/28, 18.09.2003**(24) Effective date for property rights: **18.09.2003**(30) Priority:
20.09.2002 US 10/251,196(43) Application published: **20.01.2006**(45) Date of publication: **27.02.2009 Bull. 6**(85) Commencement of national phase: **20.04.2005**(86) PCT application:
US 03/30016 (18.09.2003)(87) PCT publication:
WO 2004/026757 (01.04.2004)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):
**MAJLS Mark V. (US),
BEJTI Dzhon (US),
ChUJ Klehrens (US),
KOTARI Manish (US)**

(73) Proprietor(s):
AjDiSi, EhiEhiSi (US)

(54) **CONTROL OF ELECTROMECHANICAL BEHAVIOUR OF STRUCTURES IN DEVICE OF MICRO-ELECTROMECHANICAL SYSTEMS**

(57) Abstract:

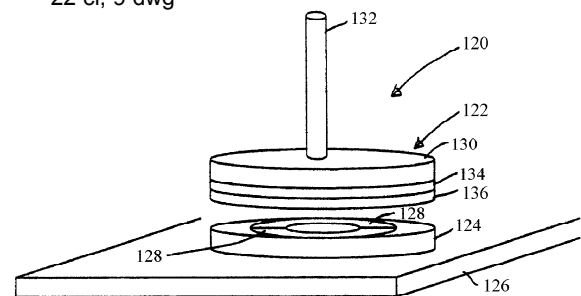
FIELD: physics, optics.

SUBSTANCE: invention is related to thin-film structures in devices of micro-electromechanical systems and to electromechanical and optical responses of this thin-film structures. Device of micro-electromechanical systems (MEMS) comprises substrate, electrostatically displaced layer, electrode placed on substrate, air gap is located between electrode and displaced layer, layer of electric charges catching comprising material that is able to catch both positive and negative charges, transparent layer formed between layer of electric charges catching and electrode. Another two versions of MEMS device are also

suggested, as well as two versions of MEMS manufacture.

EFFECT: provision of improved characteristic (electromechanical) response.

22 cl, 9 dwg



ФИГ. 9

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройствам микроэлектромеханических систем. В частности, оно относится к тонкопленочным структурам в устройствах микроэлектромеханических систем и к электромеханическому и оптическому откликам этих тонкопленочных структур.

5 Уровень техники

В настоящее время устройства микроэлектромеханических систем (МЭМС) можно изготавливать методами микрообработки. Примеры устройств МЭМС включают в себя электродвигатели, насосы, клапаны, переключатели, датчики, пиксели и пр.

10 Нередко в устройствах МЭМС применяют принципы и явления разных областей, таких как оптика, электричество и механика. Эти принципы и явления, которые на первый взгляд трудно совместно использовать на макроскопическом уровне, могут стать чрезвычайно эффективными при применении на микроскопическом уровне устройств МЭМС, на котором эти явления приобретают более сильное влияние. Например, электростатические силы, обычно считающиеся слишком слабыми на макроскопическом
15 уровне, являются достаточно сильными на микроскопическом уровне устройств МЭМС для приведения в действие этих устройств, часто с высокими скоростями срабатывания и с низким энергопотреблением.

Материалы, используемые в устройствах МЭМС, обычно подбирают, исходя из присущих им оптических, электрических и механических свойств, из их характеристик
20 срабатывания на привходящее воздействие, например, на напряжение возбуждения или на напряжение приведения в действие.

Трудность, сказывающаяся на изготовлении устройств МЭМС, заключается в том, что в некоторых случаях материал, хорошо и в нужной степени реагирующий на привходящее воздействие, например, имеющий хороший оптический отклик на падающее световое
25 излучение, может при этом проявлять более худшее реагирование на привходящее воздействие, например, электромеханический отклик на напряжение приведения в действие или возбуждения. Для устранения или, по меньшей мере, некоторого улучшения этого более худшего реагирования нужно находить или разрабатывать новые материалы, часто с большими затратами для этого.

30 Еще одна трудность изготовления устройств МЭМС заключается в том, что иногда материалы, выбранные за их характеристический отклик, могут быть повреждены из-за воздействия на них химических веществ, используемых при том или ином способе микроизготовления. В результате этого обстоятельства ухудшится характеристический отклик материала на привходящее воздействие.

35 Раскрытие изобретения

Согласно одному из вариантов осуществления настоящее изобретение предлагает способ изготовления устройства микроэлектромеханических систем. Способ предусматривает изготовление первого слоя, содержащего пленку или структурированную
40 пленку, обладающую характеристическим электромеханическим откликом и характеристическим оптическим откликом; причем характеристический оптический отклик является желательным, а характеристический электромеханический отклик является нежелательным; и модифицирование характеристического электромеханического отклика первого слоя путем манипулирования образованием электрических зарядов на нем при приведении в действие устройства микроэлектромеханических систем.

45 Краткое описание чертежей

Фиг.1 и 2 - блок-схема устройства МЭМС в недействующем и приведенном в действие состояниях соответственно;

фиг.3 - диаграмма напряжений приведения в действие и выключения для устройства МЭМС, показываемого на чертежах фиг.1 и 2;

50 фиг.4 показывает вариант осуществления тонкопленочной многоуровневой структуры для устройства МЭМС в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения;

фиг.5 показывает петлю гистерезиса для устройства МЭМС, содержащего

тонкопленочную многоуровневую структуру согласно фиг.4;

фиг.6 показывает еще один вариант осуществления тонкопленочной многоуровневой структуры для устройства МЭМС;

фиг.7 показывает петлю гистерезиса для устройства МЭМС, содержащего

5 тонкопленочную многоуровневую структуру согласно фиг.6;

фиг.8a показывает блок-схему электростатической системы течения текучей среды в устройстве МЭМС согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

фиг.8b показывает схематический чертеж системы течения текучей среды согласно фиг.8a, иллюстрирующий принцип ее работы;

10 фиг.9 показывает еще один вариант осуществления устройства МЭМС согласно настоящему изобретению.

Осуществление изобретения

В устройстве микроэлектромеханических систем (МЭМС) может потребоваться определенная структура или слой ради их оптического отклика на приводящее
15 воздействие в виде падающего светового излучения, но при этом возможно, что это устройство будет проявлять нежелательный электромеханический отклик на приводящее воздействие в виде напряжения приведения в действие или возбуждения. Настоящее изобретение раскрывает методику управления электромеханическим откликом структуры или слоя в целях уменьшения, по меньшей мере, нежелательного электромеханического
20 отклика.

В качестве поясняющего, но не ограничивающего примера устройства МЭМС рассмотрим устройство 10 интерференционной модуляции (УПМ), показываемое на чертеже фиг.1. На фиг.1 УПМ 10 представлен сильно упрощенным в пояснительных целях, чтобы не перегружать подробностями данное изобретение.

25 УПМ 10 содержит прозрачный слой 12 и отражающий слой 14, который отделен от прозрачного слоя 12 воздушным зазором 16. Отражающий слой 14 опирается на стойки 18 и выполнен электростатически смещаемым в сторону прозрачного слоя 12, при этом закрывая воздушный зазор 16. Электрод 20, соединенный с возбуждающим механизмом 22, обуславливает электростатическое смещение отражающего слоя 14. Фиг.1 показывает
30 отражающий слой 14 в невозбужденном или несмещенном состоянии, и фиг.2 показывает отражающий слой 14 в возбужденном или смещенном состоянии. Отражающий слой 14 подбирают для обеспечения нужного оптического отклика на падающее световое излучение, когда он вводится в контакт с прозрачным слоем 12. В одной конструкции УПМ прозрачный слой 12 может содержать SiO₂. Электрод 20 и прозрачный слой 12
35 сформированы на подложке 24. Подложка 24, электрод 20 и прозрачный слой на ней здесь названы «тонкопленочной многоуровневой структурой».

Обычно множество УПМ-устройств 10 изготавливают в виде крупной матрицы, чтобы сформировать пиксели в рефлексивном дисплее. В таком рефлексивном дисплее каждое УПМ-устройство 10 определяет пиксель, имеющий характеристический оптический отклик,
40 находясь в невозбужденном состоянии, и характеристический оптический отклик, находясь в возбужденном состоянии. Прозрачный слой 12 и размер воздушного зазора 16 можно подобрать такими, чтобы УПМ в рефлексивном дисплее смог отражать красный, синий или зеленый свет в невозбужденном состоянии и смог поглощать свет, будучи в возбужденном состоянии.

45 Нужно отметить, что во время работы рефлексивного дисплея УПМ-устройства 10 быстро запитываются и отключаются от питания для передачи информации. Будучи запитанным, отражающий слой 14 УПМ-устройства 10 электростатически перемещается к прозрачному слою 12, и когда УПМ 10 отключается от питания, отражающий слой 14 может возвратиться в свое невозбужденное состояние. Чтобы удерживать отражающий слой 14 в
50 его возбужденном состоянии, к каждому УПМ-устройству 10 прилагается напряжение смещения.

Если напряжение приведения в действие $V_{\text{actuation}}$, определяемое как напряжение, нужное для электростатического приведения отражающего слоя 14 УПМ-устройства в его

возбужденное состояние, согласно фиг.2, равно напряжению выключения V_{release} , определяемому как напряжение, при котором отражающий слой 14 возвращается в свое несмещенное состояние, согласно фиг.1, тогда очень затрудняется выбор надлежащего напряжения смещения V_{bias} , которое можно приложить ко всем УМП 10 в данном

5 рефлексивном дисплее, чтобы удерживать отражающие слои 14 каждого соответствующего УМП-устройства 10 в рефлексивном дисплее в его возбужденном состоянии. Причина этого заключается в том, что каждый УМП 10 в рефлексивном дисплее может иметь некоторые отличия, например разную толщину слоев 12, 14 и прочее, и это на практике приводит к
10 разному напряжению выключения V_{release} для каждого УМП 10. Помимо этого по причине сопротивления линии будут иметь место изменения фактического напряжения, прилагаемого к каждому УМП 10, в зависимости от его положения в дисплее. Это обстоятельство сильно затрудняет, если не делает невозможным, выбор значения для V_{bias} , которое будет удерживать отражающий слой 14 каждого соответствующего УМП
15 10 в данном рефлексивном дисплее в его возбужденном состоянии. Это обстоятельство поясняется со ссылкой на чертеж фиг.3, который показывает наблюдаемое гистерезисное поведение отражающего слоя 14 УМП 10, в котором прозрачный слой 12 содержит SiO_2 .

На фиг.3 показана кривая 30, которая выводит прилагаемое напряжение (в вольтах) на оси X в зависимости от оптического отклика, измеряемого в вольтах, на оси Y для УМП 10, содержащего прозрачный слой SiO_2 . Видно, что отражающий слой 14 приводится в
20 действие приблизительно при 12,5 В, т.е. $V_{\text{actuation}}$ равно 12,5 В; и отражающий слой 14 возвращается в свое невозбужденное состояние, если прилагаемое напряжение падает ниже 12,5 В, т.е. V_{release} равно 12,5 В. Таким образом, отражающий слой 14 в УМП-устройстве 10, в котором прозрачный слой содержит только SiO_2 , не проявляет гистерезиса. Поэтому, если отражающий слой изготавливается с помощью УМП-устройств
25 10, каждое из которых содержит прозрачный слой 12, имеющий только SiO_2 , то будет невозможно выбрать значение для V_{bias} . Например, если V_{bias} выбрано в значении 12,5 В по причине изменений в УМП-устройствах 10 в рефлексивном дисплее, то по меньшей мере в некоторых УМП-устройствах 10 V_{bias} в 12,5 В не сможет удерживать отражающий слой 14 этих УМП-устройств 10 в возбужденном состоянии.

30 Для выбора V_{bias} , достаточного для удержания отражающего слоя 14 соответствующего УМП-устройства 10 в рефлексивном дисплее в возбужденном состоянии, необходимо, чтобы каждый отражающий слой 14 соответствующего УМП-устройства 10 в рефлексивном дисплее проявлял гистерезис в некоторой степени, определяемый как ненулевая разница между $V_{\text{actuation}}$ и V_{release} .

35 Нужно отметить, что электромеханический отклик отражающего слоя 14 каждого УМП-устройства 10 определяется электромеханическими свойствами отражающего слоя 14 и также электрическими свойствами прозрачного слоя 12. В одной определенной конструкции УМП-устройства прозрачный слой 12 содержит SiO_2 , дающий нужный оптический отклик, когда отражающий слой 14 вводится в контакт с ним. Но прозрачный слой 12, содержащий
40 SiO_2 , имеет определенные электрические характеристики или свойства (SiO_2 улавливает отрицательный электрический заряд), которые отрицательно сказываются на гистерезисной характеристике отражающего слоя 14. Поэтому прозрачный слой 12 имеет нужный оптический отклик, но нежелательный электромеханический отклик на возбуждающее или приводящее в действие напряжение, что отрицательно сказывается на
45 гистерезисной характеристике отражающего слоя 14.

Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения электромеханическое поведение прозрачного слоя 12 изменяется при добавлении еще одного слоя тонкопленочной многоуровневой структуры. Этот дополнительный слой по меньшей мере сводит к минимуму или компенсирует воздействие прозрачного слоя 12 на гистерезисную
50 характеристику отражающего слоя 14.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения дополнительный слой содержит Al_2O_3 , который осажден известными способами на прозрачном слое 12. В результате этого получается тонкопленочная многоуровневая

структура 40 согласно фиг.4, содержащая подложку 42, электрод 44, выполненный из SiO_2 прозрачный слой 46 и слой 48 из Al_2O_3 , который функционирует как слой, улавливающий электрические заряды.

Фиг.5 показывает петлю гистерезиса 5 для УПМ-устройства 10, содержащего тонкопленочную многоуровневую структуру 40. Как и в случае с петлей гистерезиса 30, на оси X выведено прилагаемое напряжение в вольтах, и на оси Y оптический отклик в вольтах. Петля 50 гистерезиса показывает гистерезисное окно 2,8 В, определяемое как разность между $V_{\text{actuation}}$ (7,8 В) и V_{release} (5,0 В). Если отдельные УПМ 10, каждое из них, в рефлексивном дисплее имеют соответствующий отражающий слой 14, который проявляет гистерезис в соответствии с петлей гистерезиса 50, то будет очевидно, что имеется возможность выбора значения для V_{bias} между 5 В и 7,8 В, которое будет эффективно удерживать отражающий слой 14 каждого соответствующего УПМ-устройства 10 в рефлексивном дисплее в его возбужденном состоянии. Согласно еще одному осуществлению настоящего изобретения тонкопленочная многоуровневая структура может также быть изменена так, чтобы содержать слой Al_2O_3 сверху и также снизу прозрачного слоя 12. Этот вариант осуществления показан на чертеже фиг.6, где показано, что тонкопленочная многоуровневая структура 60 содержит подложку 62, электрод 64, первый слой 66 из Al_2O_3 , прозрачный слой 68 из SiO_2 и второй слой 70 из Al_2O_3 .

Фиг.7 показывает петлю 80 гистерезиса для отражающего слоя 14 УПМ-устройства 10, имеющего тонкопленочную многоуровневую структуру 60, показываемую на чертеже фиг.6. Видно, что окно гистерезиса теперь стало более широким, т.е. 4,5 В, являясь разницей между $V_{\text{actuation}}$ (9 В) и V_{release} (4,5 В).

Но можно использовать и другие материалы, имеющие более высокую концентрацию ловушек электрических зарядов. Эти материалы содержат AlO_x , являющийся нестехиометрическим вариантом Al_2O_3 , нитрид кремния (Si_3N_4), его нестехиометрический вариант (SiN_x) и пентаокись тантала (Ta_2O_5) и его нестехиометрический вариант (TaO_x). Все эти материалы имеют концентрации ловушек электрических зарядов, на несколько порядков более высокие, чем SiO_2 , и они улавливают электрические заряды обеих полярностей. Поскольку эти материалы имеют высокую концентрацию ловушек электрических зарядов, относительно легко вводить электрический заряд в эти материалы и выводить его из них по сравнению с SiO_2 , который имеет более низкую концентрацию ловушек электрических зарядов и имеет средство только для улавливания отрицательных электрических зарядов.

Другие примеры материалов с высокой концентрацией ловушек электрических зарядов: оксиды редкоземельных металлов (например, оксид гафния) и полимеры. Для формирования дополнительного слоя сверху и, как вариант, снизу прозрачного слоя 12 из SiO_2 можно использовать полупроводниковые материалы, имеющие примесь для улавливания либо отрицательного, либо положительного электрического заряда.

Выше изложены способы управления электромеханическим поведением устройства МЭМС, согласно которым образование электрических зарядов в устройстве МЭМС регулируется за счет использования слоя улавливания электрических зарядов, имеющего высокую концентрацию ловушек электрических зарядов. Но нужно отметить, что настоящее изобретение предусматривает использование любого слоя улавливания электрических зарядов в целях изменения или управления электромеханическим поведением устройства МЭМС независимо от его концентрации ловушек электрических зарядов. Разумеется, выбор слоя улавливания электрических зарядов, будь он слоем высокой, низкой или средней концентрации ловушек электрических зарядов, будет определяться нужным электромеханическим поведением для устройства МЭМС.

В некоторых вариантах осуществления применение металлов в виде тонких слоев или агрегатов обеспечивает еще один механизм для регулирования концентрации ловушек электрических зарядов в основной пленке устройства МЭМС. Структурирование основной пленки путем создания пустот или создания изменений или периодичности в характеристиках ее материала можно также использовать для изменения характеристик

улавливания электрических зарядов.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения УПМ-устройство 10 содержит слой химического барьера, осажденный на прозрачном слое 12 в целях защиты прозрачного слоя 12 от повреждений или ухудшения свойств под

5 воздействием химических травителей, применяемых в микрообработке. Например, в одном осуществлении прозрачный слой 12, который содержит SiO_2 , защищен верхним слоем, содержащим Al_2O_3 , действующим как химический барьер по отношению к травителям, например XeF_2 . В этих вариантах осуществления обнаружилось, что, если прозрачный

10 слой 12 из SiO_2 защищен от травителей, то отсутствие однородности в SiO_2 устраняется наряду с сопутствующим отсутствием однородности в электромеханическом поведении, в силу чего отражающий слой 14 каждого УПМ-устройства 10 проявляет гистерезис.

Фиг.8а и 8b показывают еще одно применение в УПМ-устройстве, в котором слой улавливания электрических зарядов используется для регулирования электромеханического поведения структуры в УПМ-устройстве.

15 На фиг.8а ссылочное обозначение 90 указывает некоторую часть электростатической системы течения текучей среды. Эта электростатическая система течения текучей среды содержит подложку 92, в которой сформирован канал 94, имеющий форму по существу в виде буквы U. Канал 94 содержит внутренний слой 96 из первого материала, который

20 выбран, например, по причине его химических и механических свойств; например, материал может быть особо износостойким, и его качества ненамного ухудшаются в связи с протеканием текучей среды в канале. Канал 94 также содержит внешний слой 98, который выбран ради его свойств улавливания электрических зарядов, согласно пояснению, приводимому ниже.

Электростатическая система 90 течения текучей среды также имеет пары электродов

25 100 и 102, которые избирательно запитываются для осуществления смещения заряженных частиц в текучей среде в канале 94 в направлении, указанном стрелкой 104 на чертеже фиг.8b. Согласно одному из вариантов осуществления внешний слой 98 улавливает электрический заряд в текучей среде, тем самым улучшая управляемость течения текучей среды в системе 101. В другом варианте осуществления слой 98 может улавливать

30 электрический заряд в целях устранения или снижения эффектов гистерезиса.

На фиг.9 показано еще одно применение слоя улавливания электрических зарядов для изменения электромеханического поведения структуры в устройстве МЭМС. Согласно

35 фиг.9 ссылочное обозначение 120 в общем указывает электродвигатель, который содержит ротор 122, центрированный по оси и отделенный интервалом от статора 124. Показано, что статор 124 сформирован на подложке 126 и имеет электроды 128, которые в работе запитываются возбуждающим механизмом (не показан). Ротор 122 имеет цилиндрическую часть 130, на которой закреплен вал 132. Ротор 122 может быть выполнен из материала, который может быть выбран по его механическим свойствам, таким как износостойкость,

40 но может иметь нежелательные электрические свойства реагирования на привходящее воздействие, например, когда электроды 128 запитываются для осуществления вращения ротора 122. Для компенсации этих нежелательных электрических свойств слои 134 и 136 осажжены на роторе 122, чтобы действовать по существу в качестве слоя улавливания электрических зарядов в целях изменения электромеханического поведения ротора 122.

Несмотря на то, что настоящее изобретение изложено со ссылкой на конкретные

45 приводимые в качестве примера варианты осуществления, очевидно, что в них можно выполнить различные модификации и изменения в рамках идеи изобретения, изложенной в формуле изобретения. Соответственно описание и чертежи следует рассматривать как поясняющие, а не ограничивающие.

50 **Формула изобретения**

1. Устройство микроэлектромеханических систем (МЭМС), содержащее подложку; электрод и прозрачный слой, размещенный поверх подложки и отделенный от электростатически смещаемого слоя воздушным зазором; причем упомянутый смещаемый

слой является отражающим по отношению к падающему свету; и на прозрачном слое осажден слой остановки травления, содержащий Al_2O_3 .

2. Устройство по п.1, в котором прозрачный слой содержит SiO_2 .

3. Устройство по п.1, в котором слой остановки травления является устойчивым к XeF_2 .

5 4. Устройство по п.1, в котором указанное устройство представляет собой интерференционный модулятор.

5. Способ изготовления устройства микроэлектромеханических систем (МЭМС), содержащий этапы, на которых формируют слой электрода и прозрачный слой поверх подложки; формируют слой остановки травления, содержащий Al_2O_3 , поверх прозрачного
10 слоя; формируют электростатически смещаемый слой, причем упомянутый смещаемый слой отделен от слоя остановки травления воздушным зазором; и подвергают слой остановки травления воздействию химического травителя, причем слой остановки травления является устойчивым к воздействию указанного химического травителя.

6. Способ по п.5, в котором прозрачный слой содержит SiO_2 .

15 7. Способ по п.5, в котором химический травитель содержит XeF_2 .

8. Способ по п.5, в котором МЭМС устройство представляет собой интерференционный модулятор.

9. Устройство микроэлектромеханических систем (МЭМС), содержащее подложку; электростатически смещаемый слой; электрод, причем электрод, размещенный поверх
20 подложки; воздушный зазор, причем воздушный зазор расположен между и электродом, и смещаемым слоем; слой улавливания электрических зарядов, причем слой улавливания электрических зарядов содержит материал, способный улавливать как положительные, так и отрицательные заряды; и прозрачный слой, сформированный между слоем улавливания электрических зарядов и электродом.

25 10. Устройство по п.9, в котором слой улавливания электрических зарядов содержит материал, выбранный из группы: AlO_x (нестехиометрический), Si_3N_4 , SiN_x (нестехиометрический), Ta_2O_5 и TaO_x (нестехиометрический).

11. Устройство по п.9, в котором прозрачный слой содержит SiO_2 .

30 12. Устройство по п.9, дополнительно содержащее второй слой улавливания электрических зарядов, сформированный между прозрачным слоем и электродом.

13. Устройство по п.9, дополнительно включает в себя слой, содержащий Al_2O_3 , расположенный между прозрачным слоем и электродом.

14. Устройство по п.9, в котором указанное устройство представляет собой интерференционный модулятор.

35 15. Способ изготовления устройства микроэлектромеханических систем (МЭМС), содержащий этапы, на которых формируют слой электрода поверх подложки; формируют прозрачный слой поверх подложки; формируют слой улавливания электрических зарядов, причем слой улавливания электрических зарядов содержит материал, способный улавливать как положительные, так и отрицательные заряды; и формируют
40 электростатически смещаемый слой, причем смещаемый слой отделен от слоя улавливания электрических зарядов воздушным зазором.

16. Способ по п.15, в котором слой улавливания электрических зарядов содержит материал, выбранный из группы: AlO_x (нестехиометрический), Si_3N_4 , SiN_x (нестехиометрический), Ta_2O_5 и TaO_x (нестехиометрический).

45 17. Способ по п.15, в котором прозрачный слой содержит SiO_2 .

18. Способ по п.15, дополнительно содержащий этап, на котором формируют второй слой улавливания электрических зарядов между прозрачным слоем и электродом.

19. Способ по п.15, дополнительно содержащий этап, на котором формируют содержащий Al_2O_3 слой между прозрачным слоем и электродом.

50 20. Способ по п.15, в котором смещаемый слой является отражающим.

21. Устройство микроэлектромеханических систем (МЭМС), содержащее подложку; электрод, причем электрод размещен поверх подложки; электростатически смещаемый слой, отделенный от упомянутого электрода воздушным зазором; слой, содержащий SiO_2 ,

причем слой, содержащий SiO_2 , расположен между электродом и воздушным зазором; и, по меньшей мере, один слой, содержащий Al_2O_3 , расположенный на слое, содержащем SiO_2 , или смежно с ним, причем слой, содержащий Al_2O_3 , расположен между воздушным зазором и слоем, содержащим SiO_2 .

5 22. Устройство по п.21, дополнительно содержащее слой, содержащий Al_2O_3 , расположенный между слоем, содержащим SiO_2 , и электродом.

23. Устройство по п.21, в котором указанное устройство представляет собой интерференционный модулятор.

10

15

20

25

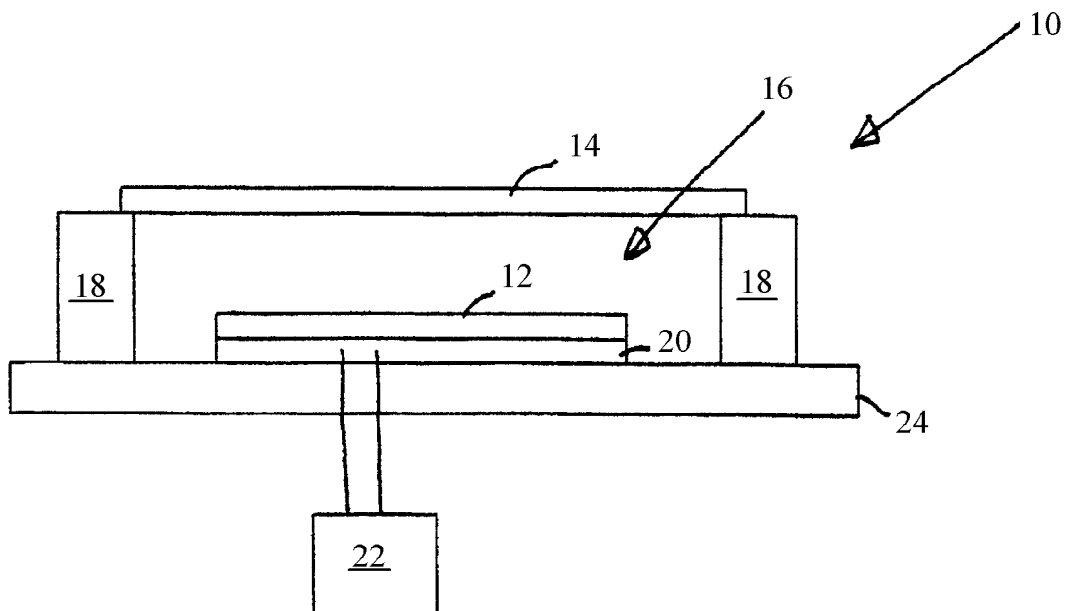
30

35

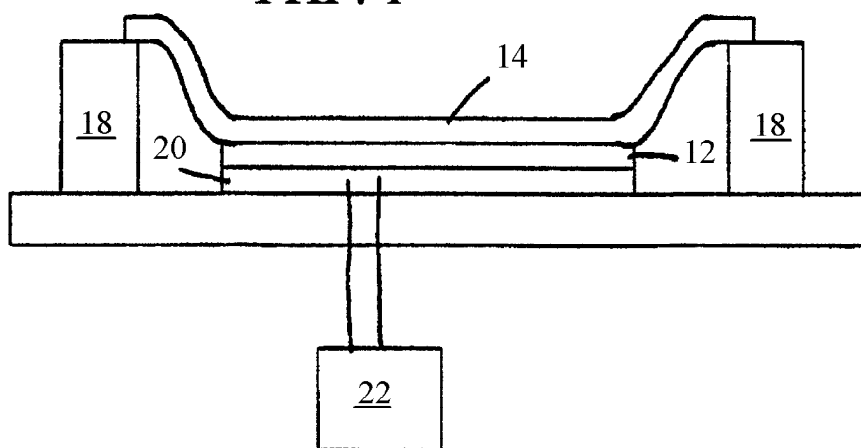
40

45

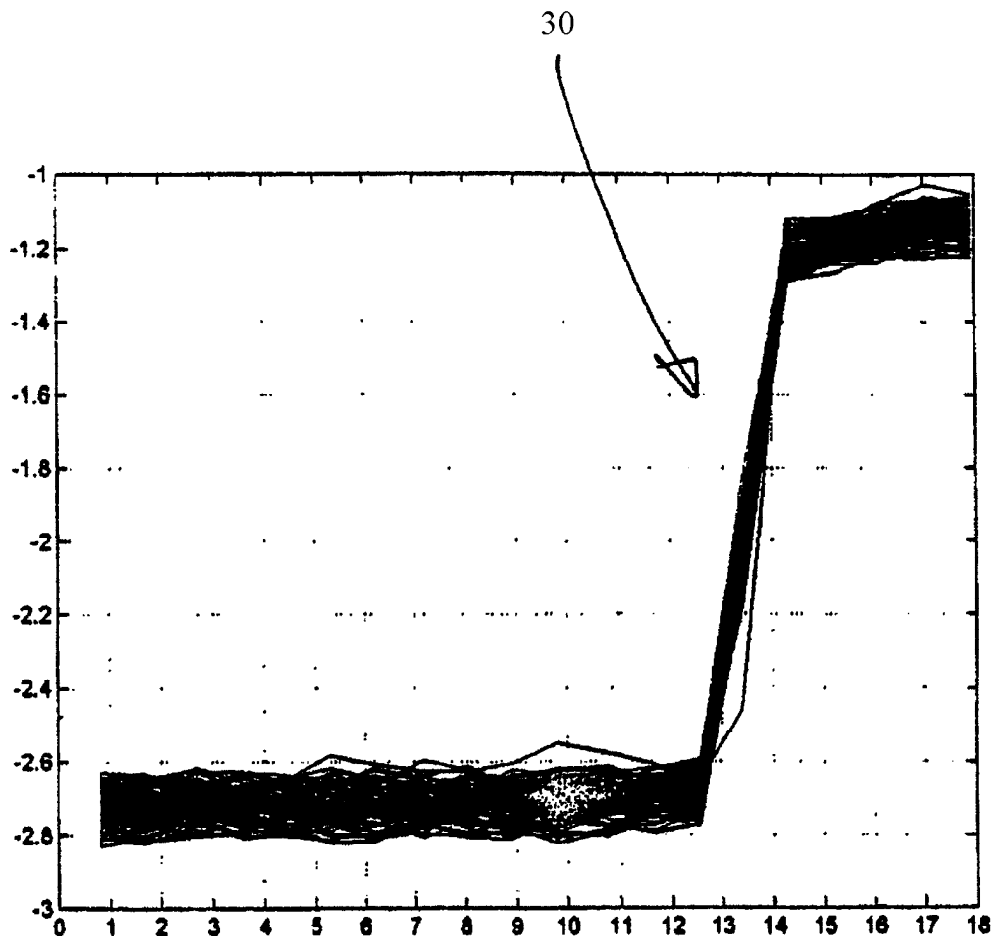
50



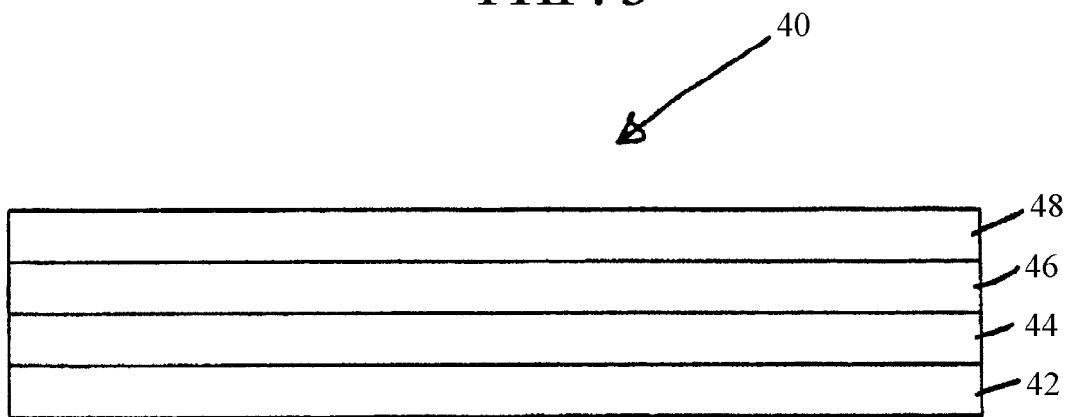
ФИГ. 1



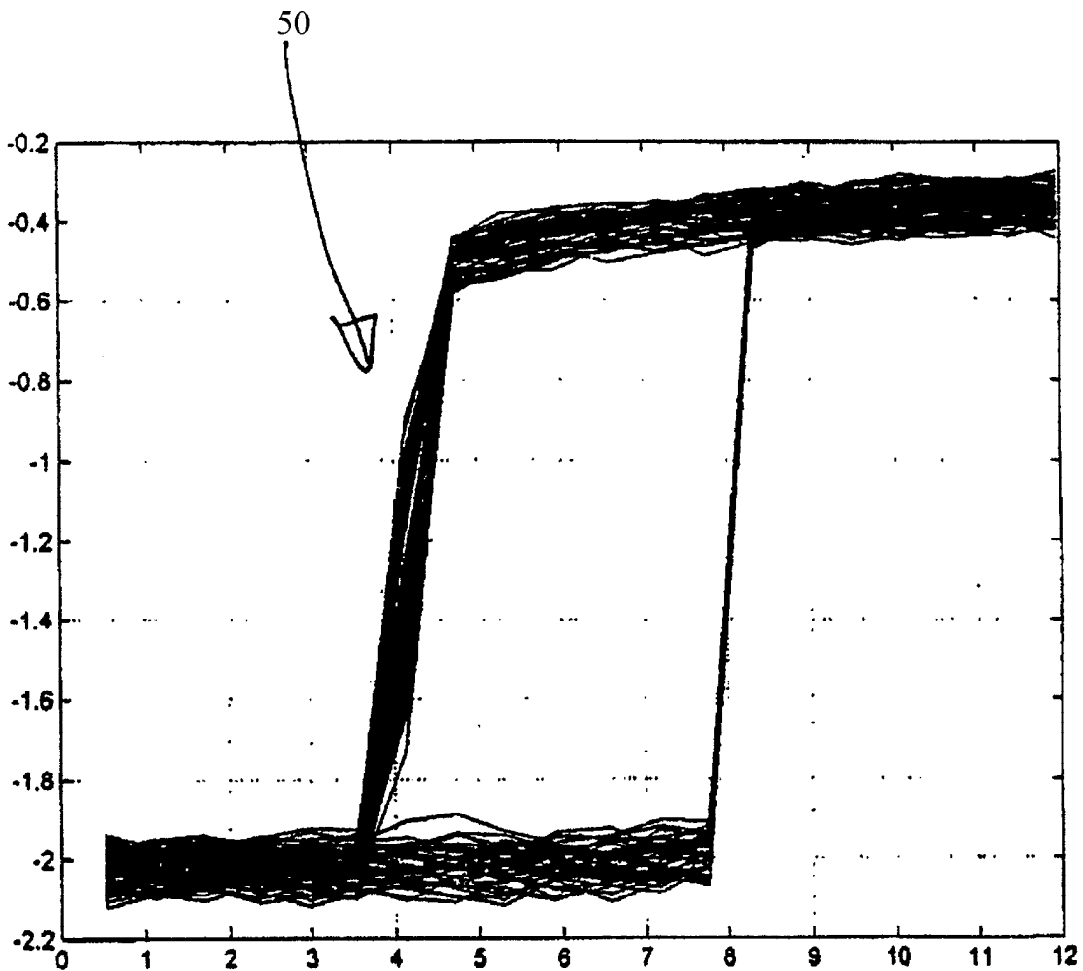
ФИГ. 2



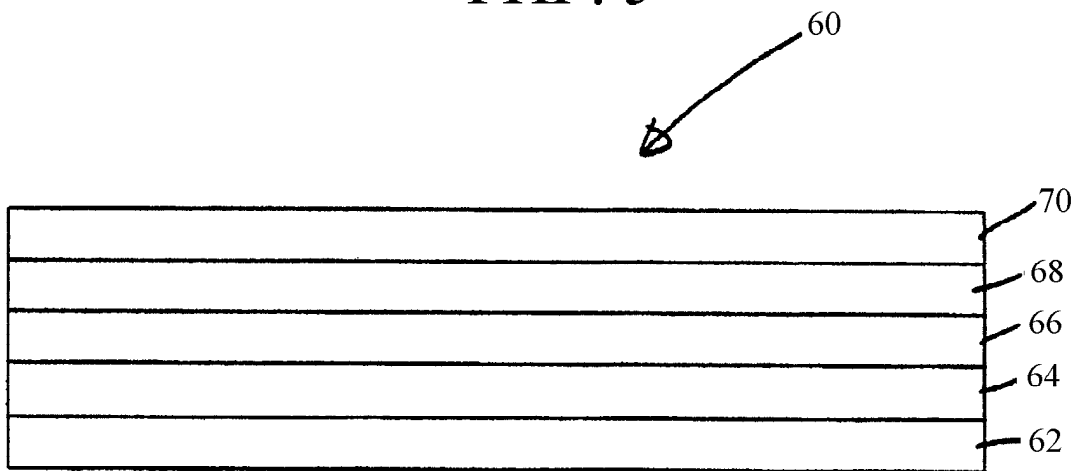
ФИГ. 3



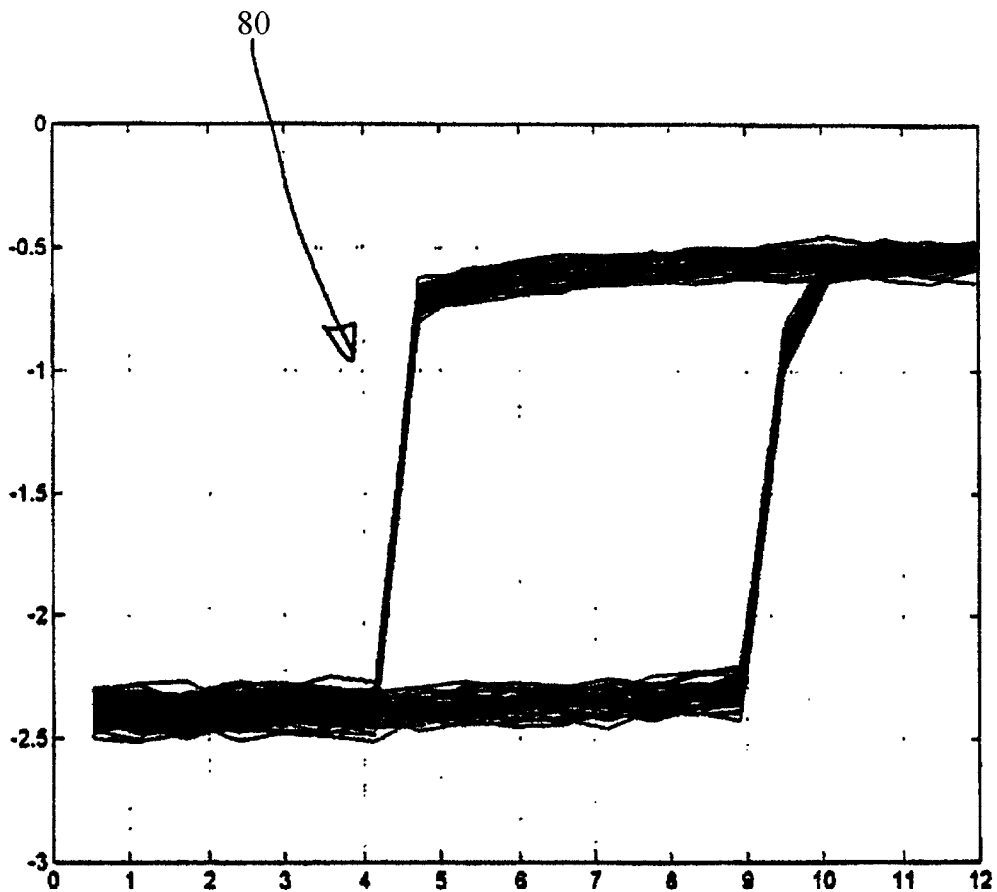
ФИГ. 4



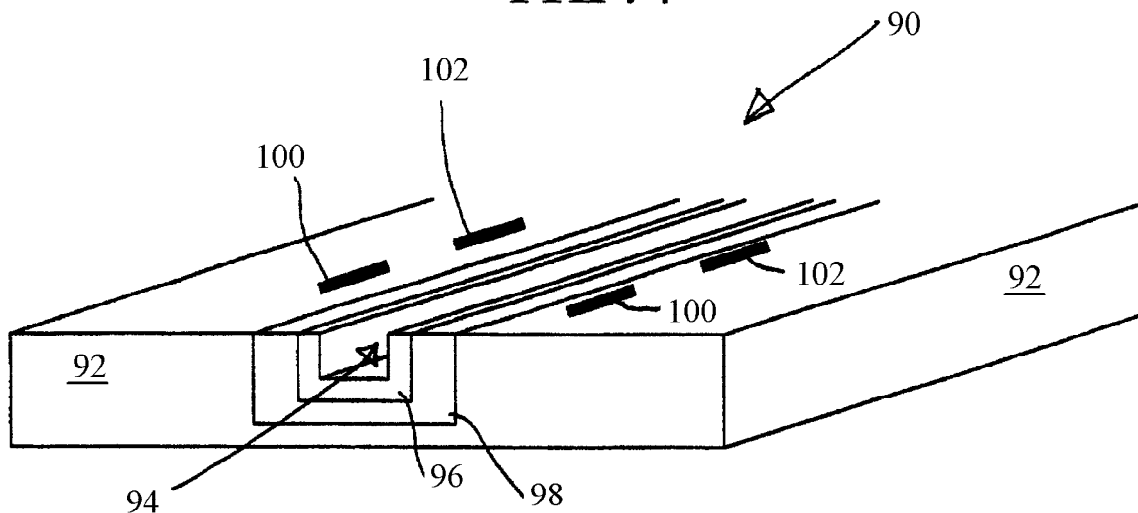
ФИГ. 5



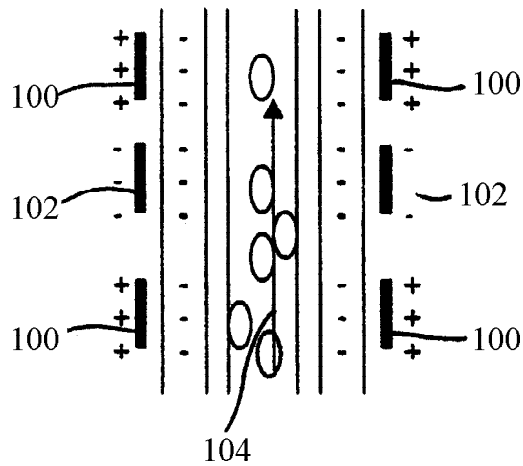
ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8а



ФИГ. 8b