



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003100256/28, 04.01.2003

(24) Дата начала действия патента: 04.01.2003

(45) Опубликовано: 10.03.2005 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5165279 A, 24.11.1992. US 5331854 A, 26.07.1994. RU 2046348 C1, 20.10.1995. SU 1677644 C1, 15.09.1991. US 5261277 A, 16.11.1993.

Адрес для переписки:

607190, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира,
37, РЯЦ-ВНИИЭФ, начальнику ОПИНТИ А.А.
Кимачеву или зам. начальника ОПИНТИ Н.А.
Волковой

(72) Автор(ы):

Лукьянчук В.Н. (RU),
Полеткин К.В. (RU),
Осоченко Е.А. (RU),
Ванин А.В. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

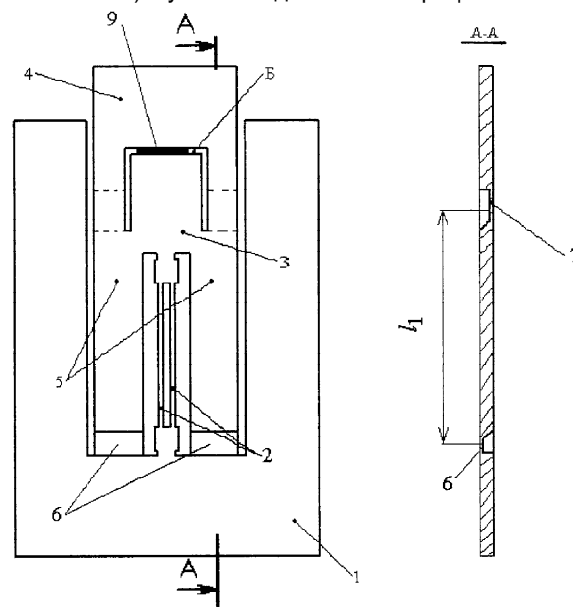
Российский федеральный ядерный
центр-Всероссийский научно-исследовательский
институт экспериментальной
физики-РЯЦ-ВНИИЭФ (RU),
Министерство Российской Федерации по
атомной энергии-Минатом РФ (RU)

(54) ДАТЧИК РЕЗОНАТОРНЫЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерений механических параметров. Датчик содержит основание из монокристалла, в котором выполнены сквозные прорезы с образованием чувствительного элемента и его подвесов в виде, по крайней мере, двух стержней и стержневого резонатора, одни концы которых соединены с чувствительным элементом, свободно размещенным в углублениях крышек, расположенных по обе стороны основания и соединенных с ними по периметру, на стержнях подвеса выполнены упругие шарниры для перемещения чувствительного элемента относительно основания в направлении измерительной оси, стержневой резонатор электрически и механически связан с электромеханическим преобразователем. Чувствительный элемент состоит, по крайней мере, из двух частей, соединенных между собой, по крайней мере, одним упругим и неупругим элементами с возможностью перемещения относительно друг друга. Техническим результатом является обеспечение работоспособности датчика

резонаторного (выполненного по микроэлектронной технологии) в условиях действия вибрации. 6 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2003100256/28, 04.01.2003

(24) Effective date for property rights: 04.01.2003

(45) Date of publication: 10.03.2005 Bull. 7

Mail address:

607190, Nizhegorodskaja obl., g. Sarov, pr. Mira,
37, RFJaTs-VNIIeHF, nachal'niku OPINTI A.A.
Kimachevu ili zam. nachal'nika OPINTI N.A.
Volkovoj

(72) Inventor(s):

Luk'janchuk V.N. (RU),
Poletkin K.V. (RU),
Osochenko E.A. (RU),
Vanin A.V. (RU)

(73) Proprietor(s):

Rossijskij federal'nyj jadernyj
tsentr-Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij
institut ehksperimental'noj fiziki-RFJaTs-VNIIeHF
(RU),
Ministerstvo Rossijskoj Federatsii po atomnoj
ehnergii-Minatom RF (RU)

(54) RESONATOR PICKUP

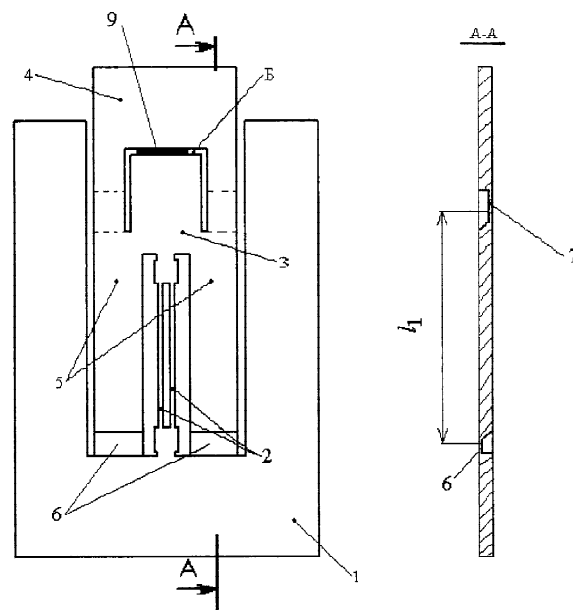
(57) Abstract:

FIELD: measuring engineering.

SUBSTANCE: pickup has base made of monocrystal and provided with through slots to form a sensor and sensor suspension made of at least two rods and rod resonator. One ends of the rods are connected with the sensor which is freely mounted inside the hollows made in the lids arranged on both sides of the base and connected with them over periphery. The rods of the suspension are provided with the flexible pivots for allowing the sensor to move with respect to the base in the direction of the measuring axis. The sensor comprises at least two interconnected members, one flexible member, and one nonflexible member which can move one with respect to the other.

EFFECT: enhanced reliability of pickup under the action of vibration.

6 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области измерения механических параметров. Известен датчик (см. патент US №5.165.279, кл. G 01 P 15/10 от 6.06.1989, опубликован 24.11.92), который является наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству и взят в качестве прототипа. Датчик выполнен из плоского монокристаллического основания с образованием в нем чувствительного элемента в виде прямоугольной пластины, соединенной с ним через упругие шарниры, и содержит резонатор, свободно размещенный в его прорези. Резонатор электрически и механически связан с электромеханическим преобразователем, обеспечивающим возбуждение механических колебаний и обратного преобразования их в электрический сигнал. Кроме того, основание закрывается с обеих сторон крышками, которые крепятся по его периметру и имеют углубления для свободного хода чувствительного элемента.

Недостатком прототипа является необходимость использования внешнего механического фильтра для уменьшения интенсивности колебания чувствительного элемента при попадании его собственной частоты в диапазон действующих вибраций.

Техническим результатом заявляемого датчика является обеспечение его работоспособности при действии вибрации за счет уменьшения интенсивности колебания чувствительного элемента.

Технический результат достигается тем, что датчик резонаторный, содержащий основание из монокристалла, в котором выполнены сквозные прорезы с образованием чувствительного элемента и его подвесов в виде, по крайней мере, двух стержней и стержневого резонатора, одни концы которых соединены с чувствительным элементом, свободно размещенным в углублениях крышек, расположенных по обе стороны основания и соединенных с ними по периметру, на стержнях подвеса выполнены упругие шарниры для перемещения чувствительного элемента относительно основания в направлении измерительной оси, стержневой резонатор электрически и механически связан с электромеханическим преобразователем, отличается тем, что чувствительный элемент состоит из двух частей с возможностью перемещения их относительно друг друга и соединенных между собой упругими шарнирами и неупругим элементом, заполняющим щель, образованную между частями чувствительного элемента.

На фиг.1 изображен первичный преобразователь без крышки.

На фиг.2 - эквивалентная механическая схема.

На фиг.3 - график перемещения первого чувствительного элемента.

На фиг.4 - график перемещения второго чувствительного элемента.

На фиг.5 - первичный преобразователь с крышками.

На фиг.6 - датчик резонаторный в сборе.

Устройство содержит основание 1 и соединенный с ним чувствительный элемент с помощью двух упругих шарниров 5 и стержневого резонатора 2, выполненного, например, в виде двухветвевго камертона. Чувствительный элемент состоит из двух частей 3 и 4, соединенных между собой упругими шарнирами 6 и неупругим элементом, который заполняет щель Б, образованную между частями чувствительного элемента (фиг.1).

Крышка 7 (фиг.5) ограничивает ход чувствительного элемента, защищая подвес и резонатор от разрушений при действии ударных нагрузок.

Резонаторный датчик работает следующим образом. Механическая сила, действующая по направлению измерительной оси, проходящей перпендикулярно плоскости частей чувствительного элемента 3, 4, вызывает момент $M_{\text{И}}$, равный:

$$M_{\text{И}} = F \cdot L,$$

где: F - механическая сила,

L - плечо между точкой приложения механической силы и упругим подвесом.

Момент $M_{\text{И}}$ уравнивается реактивным моментом, вызванным парой сил, приложенной к резонатору и стержням подвеса, и моментом упругого шарнира 6. Удлинение резонатора 2 вызывает угловое перемещение θ_1 чувствительного элемента 3 относительно оси шарниров 6. На кинематической схеме фиг.3 суммарная жесткость шарниров 6 подвеса с учетом жесткости резонатора 2 обозначена как C_1 , а шарниров 7 как

С₂. При этом части чувствительного элемента 3, 4 двигаются относительно друг друга с различными угловыми скоростями, обуславливаемыми их динамическими свойствами (жесткостью шарниров 6, 7, моментом инерции частей чувствительного элемента 3, 4), взаимодействуя через неупругий элемент 9, который имеет определенный коэффициент вязкости, что вызывает потери механической энергии в колебательной системе (состоящей из чувствительных элементов 3, 4 и упругих шарниров 6, 7), понижая ее добротность и уменьшая амплитуду колебаний элементов 3, 4, демпфируют чувствительный элемент в целом. В качестве демпфирующего элемента 9 может быть использован эластичный (резиноподобный) компаунд с требуемой вязкостью. В частном случае длина жесткой части стержней подвеса чувствительного элемента может иметь минимальное (нулевое) значение и роль подвеса в этом случае будут выполнять упругие шарниры. Закон движения чувствительных элементов 3, 4 описывается следующей системой дифференциальных уравнений (см. фиг.3):

$$\begin{cases} (J_1 + m_1 l_1^2) \ddot{\theta}_1 + \eta \dot{\theta}_1 + (c_1 + c_2) \theta_1 - \eta \dot{\theta}_2 - c_2 \theta_2 = L_{\text{цм1}} m_1 a e^{j\omega t}; \\ J_2 \ddot{\theta}_2 + \eta \dot{\theta}_2 + c_2 \theta_2 - \eta \dot{\theta}_1 - c_1 \theta_1 = L_{\text{цм2}} m_2 a e^{j\omega t}, \end{cases} \quad (1)$$

где: θ_1, θ_2 - угловое перемещение подвеса относительно основания;

$\dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2, \ddot{\theta}_1, \ddot{\theta}_2$ - угловые скорости и угловые ускорения соответственно;

ω - угловая частота;

t - время;

J_1, J_2 - момент инерции соответственно первого и второго чувствительных элементов;

m_1, m_2 - масса первого и второго чувствительных элементов;

l_1 - расстояние между упругими шарнирами 6,7 (расстояние между условными осями поворота упругих шарниров);

c_1 - эквивалентная жесткость шарниров 5 с учетом резонатора 2;

c_2 - жесткость шарниров 7, соединяющих части 3 и 4 чувствительного элемента;

η - коэффициент потерь, вносимых неупругим элементом 9;

$L_{\text{цм1}}, L_{\text{цм2}}$ - центр масс первого и второго чувствительных элементов;

a - ускорение.

Решение системы (1) представим в безразмерной форме

$$\tilde{\theta}_1 = \frac{\sqrt{(-\gamma^2 + \delta^2(1 + \tilde{M}))^2 + 4\gamma^2\mu^2(1 + \tilde{M})^2}}{\Delta}; \quad (2)$$

$$\tilde{\theta}_2 = \frac{\sqrt{[(-\gamma^2 + \delta^2 + 1) \cdot \tilde{M} + \delta^2]^2 + 4\gamma^2\mu^2(1 + \tilde{M})^2}}{\Delta}; \quad (3)$$

где $\Delta = \sqrt{[(1 - \gamma^2)(\delta^2 - \gamma^2) - \gamma^2\beta\delta^2]^2 + 4\mu^2\gamma^2(1 - \gamma^2 - \beta\gamma^2)^2}$,

$$p_1 = \sqrt{\frac{c_1}{J_1 + m_1 l_1^2}}, \quad p_2 = \sqrt{\frac{c_2}{J_2}}, \quad \delta = \frac{p_2}{p_1}, \quad \beta = \frac{J_2}{J_1 + m_1 l_1^2}, \quad \mu = \frac{\eta}{2J_2 p_1},$$

$$\gamma = \frac{\omega}{p_1}, \quad \tilde{\theta}_1 = \theta_1 / \theta_{\text{ст}}, \quad \tilde{\theta}_2 = \theta_2 / \theta_{\text{ст}}, \quad \theta_{\text{ст}} = L_{\text{цм1}} m_1 / c_1, \quad \tilde{M} = L_{\text{цм2}} m_2 / L_{\text{цм1}} m_1.$$

На фиг.4, 5 представлены графики относительных амплитуд частей чувствительного элемента. Расчеты были приведены для конструкции со следующими характеристиками: $\delta=0,668$, $\beta=1,41$, $\mu=0,7$, $\tilde{M}=2,11$. Добротность первой части чувствительного элемента - 3,0 и второй - 2,0. Добротность системы без демпфирования достигает значения 400. Введение предлагаемого демпфирования позволит снизить добротность до единиц, что обеспечит работоспособность датчика при воздействии вибрации.

Формула изобретения

Датчик резонаторный, содержащий основание из монокристалла, в котором выполнены сквозные прорезы с образованием чувствительного элемента и его подвесов в виде, по крайней мере, двух стержней и стержневого резонатора, одни концы которых соединены с
5 чувствительным элементом, свободно размещенным в углублениях крышек, расположенных по обе стороны основания и соединенных с ними по периметру, на стержнях подвеса выполнены упругие шарниры для перемещения чувствительного элемента относительно основания в направлении измерительной оси, стержневой резонатор электрически и механически связан с электромеханическим преобразователем,
10 отличающийся тем, что чувствительный элемент состоит из двух частей с возможностью перемещения их относительно друг друга и соединенных между собой упругими шарнирами и неупругим элементом, заполняющим щель, образованную между частями чувствительного элемента.

15

20

25

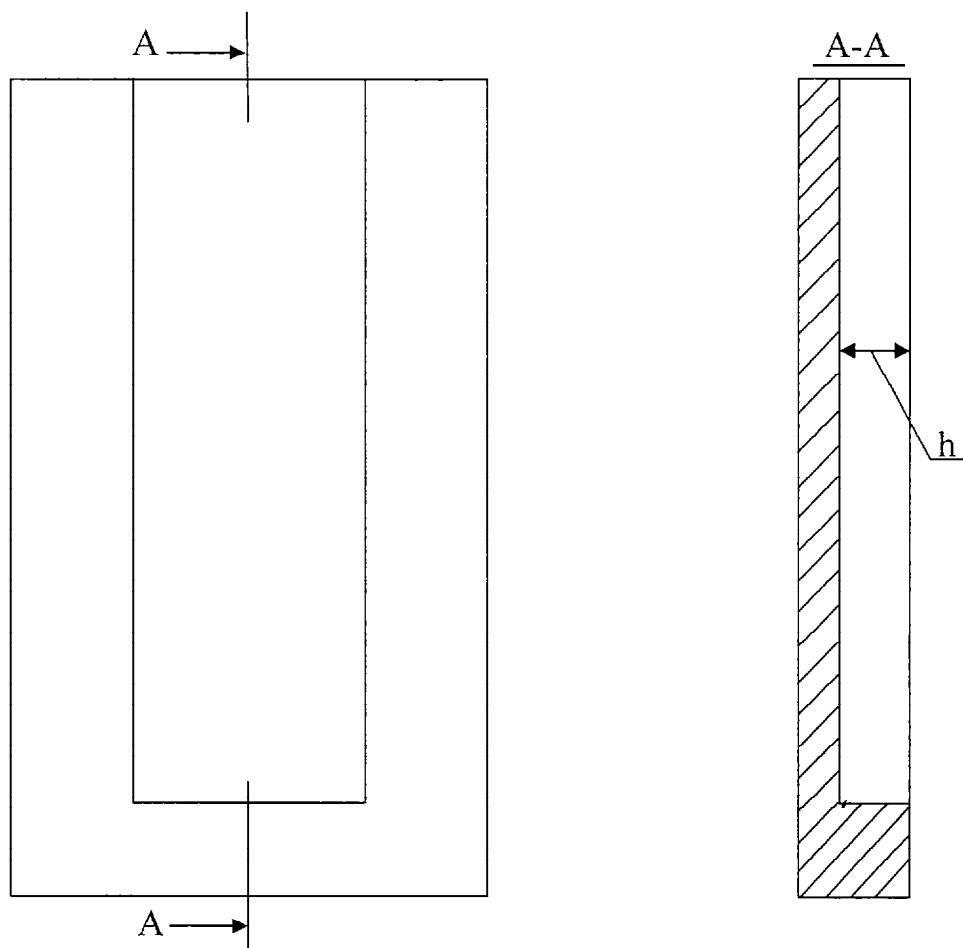
30

35

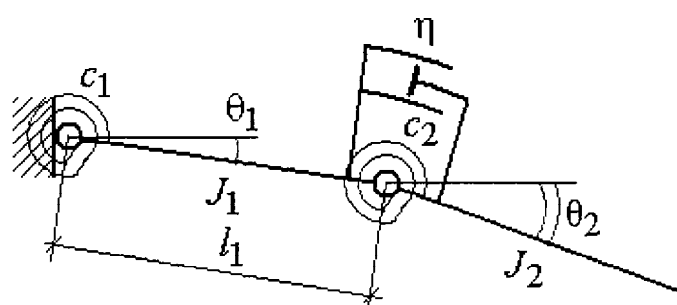
40

45

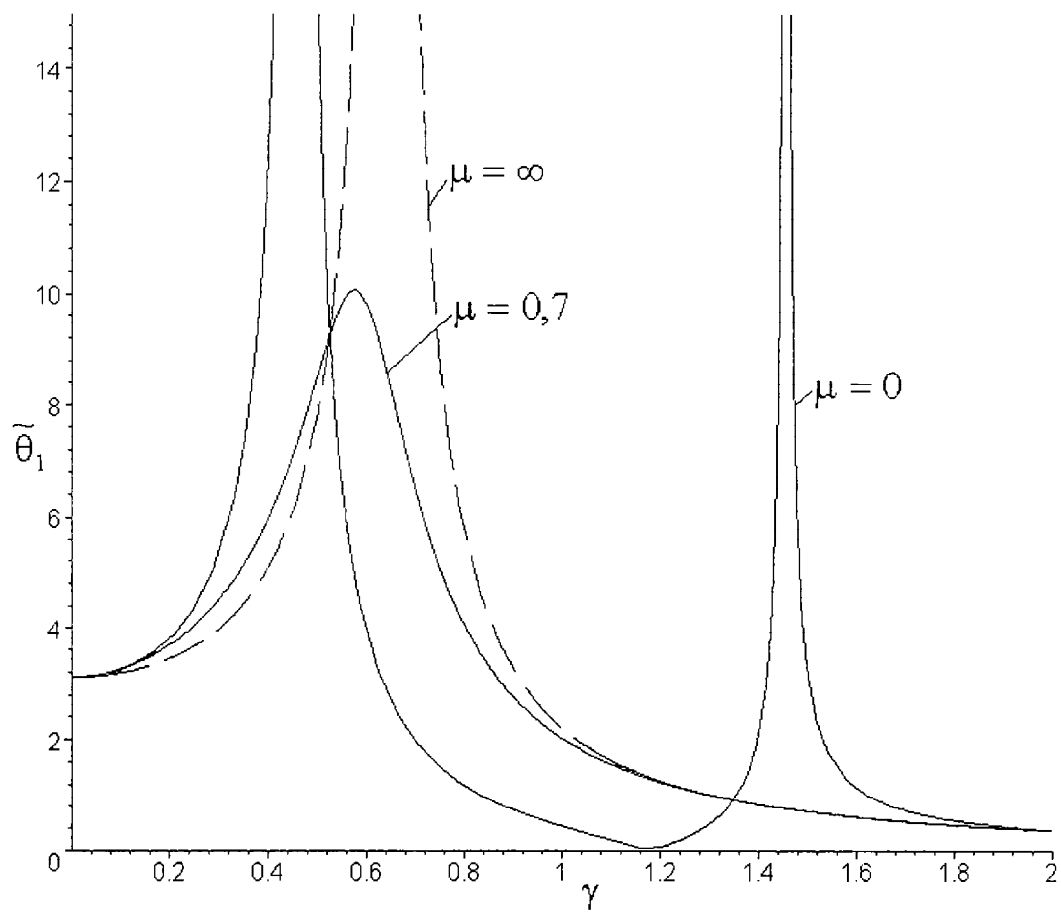
50



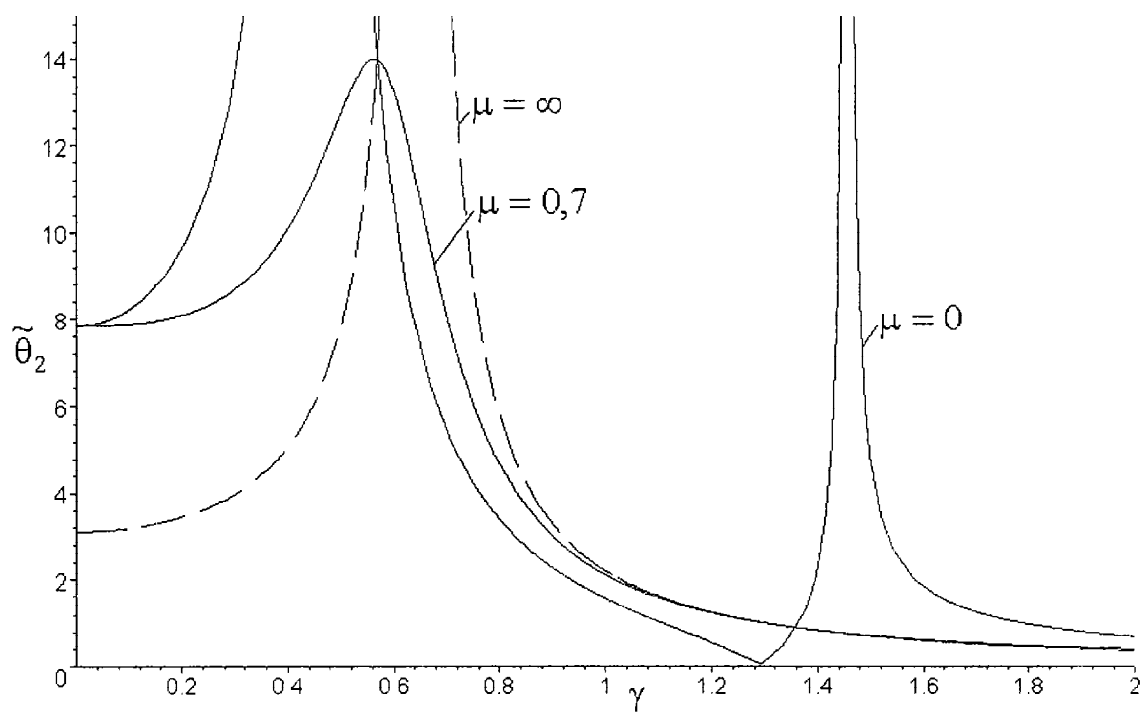
Фиг. 2



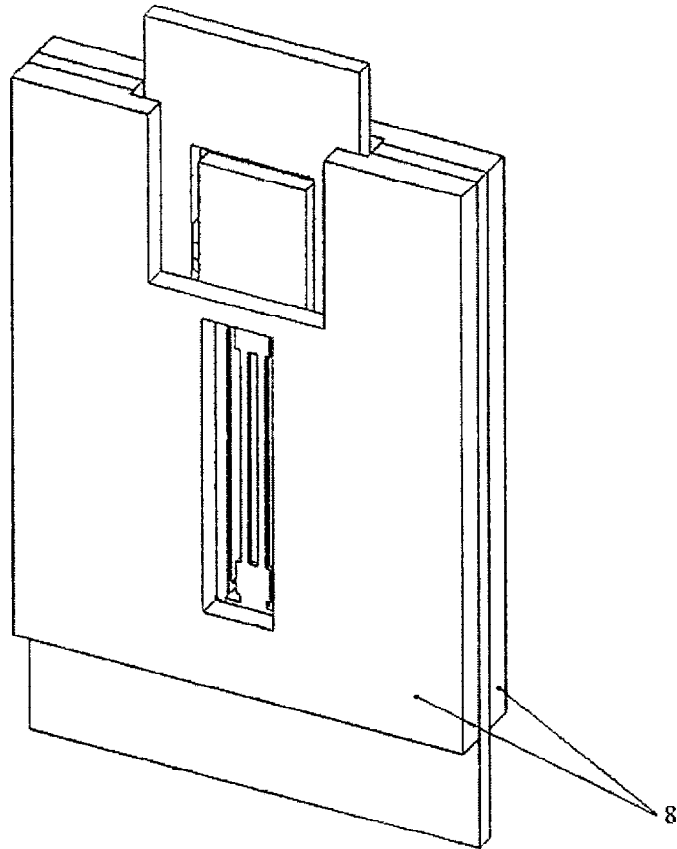
Фиг 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6