



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010106911/28, 24.02.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.02.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.02.2010

(45) Опубликовано: 20.11.2011 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: РАСПОПОВ В.Я. Микромеханические
приборы: учебное пособие. - М.:
Машиностроение, 2007, с.23, 26. RU 2377575
С2, 27.12.2009. WO 94/28427 А1, 08.12.1994. US
7389690 В2, 24.06.2008. US 7640803 В1,
05.01.2010.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.
академ. Е.И. Забабахина", отдел
интеллектуальной собственности, Г.В.
Бакалову

(72) Автор(ы):

Панкратов Геннадий Александрович (RU),
Перебатов Василий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

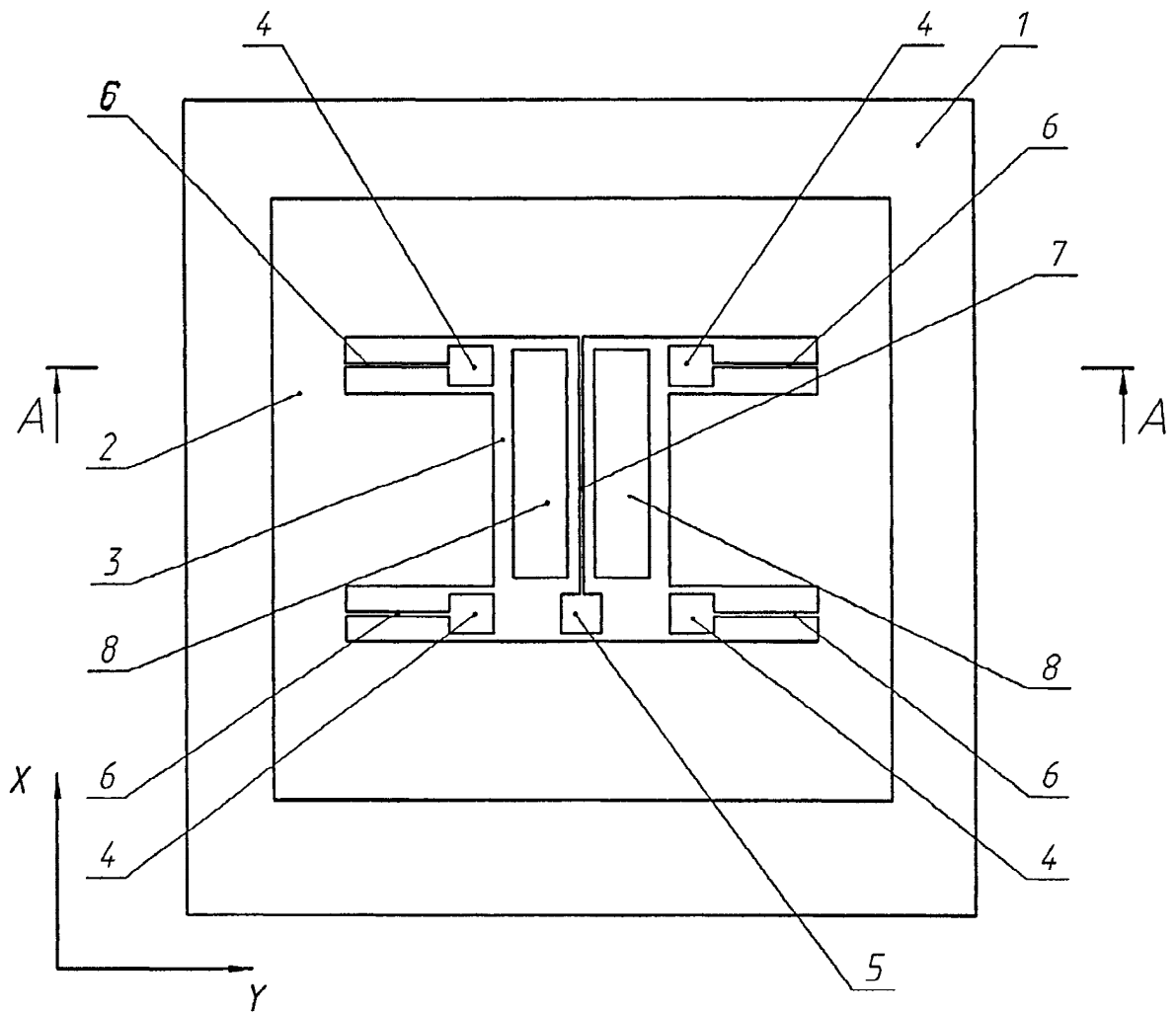
Российская Федерация, от имени которой
выступает государственный заказчик -
Государственная корпорация по атомной
энергии "Росатом" (Госкорпорация
"Росатом") (RU),Федеральное государственное унитарное
предприятие "РОССИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР -
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА Е.И. ЗАБАБАХИНА" (RU)

(54) ВИБРОЧАСТОТНЫЙ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерительной техники, а более конкретно к измерительным элементам линейного ускорения. Виброчастотный микромеханический акселерометр содержит подложку (1) из диэлектрического материала, инерционную массу (2) с центральным отверстием (3), опорные элементы (4) и дополнительный опорный элемент (5), закрепленные на подложке (1) и размещенные в центральном отверстии (3). Инерционная масса (2) связана с опорными элементами (4)

через упругие элементы (6). Резонатор (7) закреплен с одной стороны к инерционной массе (2), а с другой стороны - к дополнительному опорному элементу (5), является подвижным электродом и совместно с неподвижными электродами (8) представляет собой систему возбуждения-регистрации колебаний. Акселерометр позволяет измерять величину действующего линейного ускорения в направлении оси X с высокой точностью за счет частотного выходного сигнала и высокой добротности колебаний резонатора. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 4 3 4 2 3 2 C 1

RU 2 4 3 4 2 3 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G01P 15/097 (2006.01)
G01C 19/56 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2010106911/28, 24.02.2010

(24) Effective date for property rights:
24.02.2010

Priority:

(22) Date of filing: 24.02.2010

(45) Date of publication: 20.11.2011 Bull. 32

Mail address:

456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem.
E.I. Zababakhina", otdel intellektual'noj
sobstvennosti, G.V. Bakalovu

(72) Inventor(s):

**Pankratov Gennadij Aleksandrovich (RU),
Perebatov Vasilij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Rossijskaja Federatsija, ot imeni kotoroj
vystupaet gosudarstvennyj zakazchik -
Gosudarstvennaja korporatsija po atomnoj
ehnergii "Rosatom" (Goskorporatsija "Rosatom")
(RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "ROSSIJSKIJ FEDERAL'NYJ
JaDERNYJ TsENTR - VSEROSSIJSKIJ
NAUChNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT
TEKhNICHESKOJ FIZIKI IMENI AKADEMIKA
E.I. ZABABAKhINA" (RU)**

(54) VIBRATION-FREQUENCY MICROMECHANICAL ACCELEROMETER

(57) Abstract:

FIELD: physics.

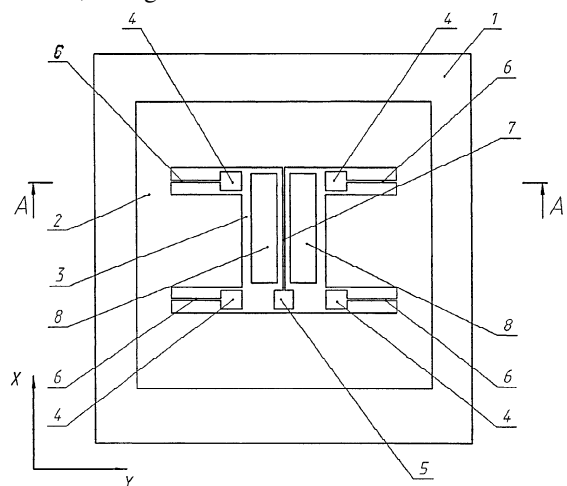
SUBSTANCE: vibration-frequency

micromechanical accelerometer has a substrate (1) made from dielectric material, an inertial mass (2) with a centre hole (3), support element (4) and an additional support element (5), mounted on the substrate (1) and placed in the centre hole (3). The inertial mass (2) is linked to the support element (4) through elastic members (6). A resonator (7) is mounted on one side to the inertial mass (2) and on the other side to the additional support element (5), is a movable electrode and, together with fixed electrodes (8), is an oscillation exciting-pick up system.

EFFECT: accelerometer enables to measure the value of the current linear acceleration in the direction of axis X with high accuracy owing to a

frequency-domain output signal and high Q-factor of oscillations of the resonator.

2 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2 4 3 4 2 3 2 C 1

RU 2 4 3 4 2 3 2 C 1

Предлагаемое изобретение относится к области измерительной техники, а более конкретно к измерительным элементам линейного ускорения.

Известен микроэлектромеханический акселерометр [заявка № WO 9428427, опубл. 08.12.94], содержащий подложку, выполненную в виде прямоугольной пластины, четыре опорных элемента, расположенных по краям подложки, осевую балку (инерционную массу), расположенную с зазором относительно подложки, связанную с опорными элементами через пружины (упругие элементы), и систему измерения перемещения инерционной массы, содержащую штыри, закрепленные к осевой балке, расходящиеся в поперечном направлении, и штыри, закрепленные к основанию, расположенные с зазором относительно штырей, закрепленных к осевой балке (подвижные и неподвижные электроды).

Данный акселерометр позволяет измерять ускорение в направлении оси чувствительности, расположенной в плоскости подложки.

Известен микромеханический акселерометр [Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2007, стр.26, рис.1.4], содержащий подложку (основание) из диэлектрического материала, четыре опорных элемента (анкера), расположенные с противоположных сторон и закрепленные неподвижно на подложке, инерционную массу, выполненную в виде прямоугольной пластины, расположенную с зазором относительно подложки и связанную с опорными элементами через четыре упругих элемента подвеса, расположенных по краям инерционной массы, емкостной измеритель перемещений, образованный гребневыми структурами электродов, из которых подвижные электроды образуют единую структуру с инерционной массой и расположены по обе стороны от нее, а неподвижные электроды жестко закреплены к подложке и расположены по обе стороны от инерционной массы.

Данный акселерометр так же как предыдущий аналог позволяет измерять ускорение в направлении оси чувствительности, расположенной в плоскости подложки.

Общим недостатком рассмотренных аналогов является то, что о величине действующего ускорения можно судить по изменению емкости системы измерения перемещения инерционной массы, а дальнейшее преобразование данного изменения емкости вносит дополнительную погрешность, что значительно снижает точность измерения линейного ускорения.

Из известных наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту является микромеханический акселерометр [Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2007. - 400 стр., стр.23, рис.1.6], содержащий подложку (основание) из диэлектрического материала, два опорных элемента, закрепленных неподвижно на основании и расположенных по краям подложки, инерционную массу, имеющую форму рамки с центральным стержнем, расположенную с зазором относительно подложки, связанную с опорными элементами через шесть упругих элементов подвеса, и систему измерения перемещения инерционной массы, содержащую подвижные и неподвижные электроды (электроды возбуждения).

Подвижные электроды выполнены в виде штырей, закрепленных к инерционной массе, а неподвижные электроды выполнены в виде штырей, закрепленных к подложке и расположенных с зазором относительно подвижных электродов. Для исключения возможных поломок упругих элементов при больших значениях ускорения в конструкции акселерометра предусмотрены две пары ограничителей.

Подвижные и неподвижные электроды образуют гребенчатые структуры, которые позволяют обеспечить необходимые значения изменения их емкостей при перемещениях инерционной массы, а при подаче переменного напряжения на неподвижные электроды имеется возможность измерять собственную частоту колебаний инерционной массы. При движении подложки с линейным ускорением вдоль оси чувствительности на инерционную массу будут действовать силы инерции, которые вызовут изменение суммарной жесткости упругого подвеса, следовательно, будет изменяться собственная частота колебаний инерционной массы. По изменению собственной частоты колебаний инерционной массы можно судить о действующем ускорении.

Данный акселерометр позволяет измерять величину линейного ускорения вдоль оси чувствительности, расположенной в плоскости основания.

Недостатком конструкции данного акселерометра является то, что о значении ускорения судят по значению собственной частоты колебаний инерционной массы, добротность колебаний которой низкая (не более 100), что значительно уменьшает точность измерения собственной частоты, следовательно, и действующего ускорения.

Задача предлагаемого изобретения - увеличение точности измерения линейного ускорения.

Технический результат, достигнутый при осуществлении предлагаемого изобретения, заключается в применении для микромеханического акселерометра виброчастотного принципа измерения перемещения инерционной массы.

Для увеличения точности измерения линейного ускорения в микромеханический акселерометр, содержащий подложку из диэлектрического материала, опорные элементы, закрепленные неподвижно на подложке, инерционную массу, расположенную с зазором относительно подложки и связанную с опорными элементами через упругие элементы, и систему измерения перемещения инерционной массы, содержащую подвижный и неподвижные электроды, согласно изобретению дополнительно введены дополнительный опорный элемент и резонатор, расположенный с зазором относительно подложки, с одной стороны закрепленный к инерционной массе, а с другой стороны - к дополнительному опорному элементу, а система измерения перемещения инерционной массы выполнена в виде электростатической системы возбуждения-регистрации колебаний резонатора, подвижным электродом которой является сам резонатор.

Для уменьшения температурной погрешности в инерционной массе выполнено центральное отверстие, в котором расположены опорные элементы и дополнительный опорный элемент.

Введение в конструкцию предлагаемого акселерометра резонатора, расположенного с зазором относительно подложки, с одной стороны закрепленного к инерционной массе, а с другой стороны - к дополнительному опорному элементу, и выполнение системы измерения перемещения инерционной массы в виде электростатической системы возбуждения-регистрации колебаний резонатора, состоящей из неподвижных электродов, закрепленных на подложке, и подвижного электрода, в качестве которого используется сам резонатор, обеспечивает возможность измерения перемещения инерционной массы, а следовательно, и линейного ускорения виброчастотным методом, что позволяет обеспечить большую (более 10000) добротность колебаний резонатора и тем самым осуществить увеличение точности измерения микромеханическим акселерометром линейного ускорения.

Наличие в заявляемом изобретении признаков, отличающих его от прототипа, позволяет считать его соответствующим условию «новизна».

Новые признаки, которые содержит отличительная часть формулы изобретения, не выявлены в технических решениях аналогичного назначения. На этом основании
5 можно сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения условию «изобретательский уровень».

Изобретение иллюстрируется чертежами.

На фиг.1 представлена конструкция предлагаемого виброчастотного
10 микромеханического акселерометра.

На фиг.2 представлен разрез А-А на фиг.1 виброчастотного микромеханического акселерометра.

Виброчастотный микромеханический акселерометр (фиг.1, 2) содержит подложку 1,
15 выполненную из диэлектрического материала, инерционную массу 2, выполненную в виде прямоугольной пластины с центральным отверстием 3, расположенную с зазором относительно подложки 1, четыре опорных элемента 4 и один
дополнительный опорный элемент 5. Опорные элементы 4 и дополнительный
опорный элемент 5 расположены в центральном отверстии 3 инерционной массы 2 и
20 закреплены на подложке 1. Инерционная масса 2 связана с опорными элементами 4 через четыре упругих элемента 6, выполненных в виде прямоугольной формы в сечении. Резонатор 7 выполнен прямоугольной формы в сечении, расположен внутри
инерционной массы 2 с зазором относительно подложки 1 и закреплен с одной
25 стороны к инерционной массе 2, а с другой стороны - к дополнительному опорному элементу 5. Электростатическая система возбуждения-регистрации колебаний резонатора выполнена в виде дифференциального конденсатора и состоит из двух
неподвижных электродов 8, закрепленных на подложке 1, между которыми
расположен подвижный электрод, в качестве которого используется резонатор 7.

30 Работает устройство следующим образом.

При подаче переменного напряжения между неподвижными электродами 8 электростатической системы возбуждения-регистрации колебаний резонатора и
резонатором 7 между ними возникает электростатическое взаимодействие, что
35 приводит за счет изгиба резонатора 7 к возникновению его колебаний в плоскости подложки 1 вдоль оси Y. Изменяя изменение емкостей между неподвижными
электродами 8 и резонатором 7, определяется амплитуда колебаний резонатора 7. Частота переменного напряжения, подаваемого между неподвижными электродами 8
и резонатором 7, выбирается таким образом, чтобы амплитуда колебаний
40 резонатора 7 была максимальной, то есть резонатор 7 совершал колебания в резонансе. При движении подложки 1 с линейным ускорением вдоль оси X на инерционную массу 2 действуют силы инерции, которые вызывают ее перемещение,
что в свою очередь вызывает натяжение (при действии линейного ускорения в
направлении, противоположном оси X) или сжатие (при действии линейного
45 ускорения в направлении оси X) резонатора 7. Натяжение или сжатие резонатора 7 приводит к изменению его резонансной частоты колебаний. Данное изменение резонансной частоты колебаний резонатора 7 характеризует величину действующего
линейного ускорения.

50 Таким образом, предлагаемое устройство представляет собой виброчастотный микромеханический акселерометр, позволяющий измерять величину действующего
линейного ускорения в направлении оси X и по сравнению с аналогами
обеспечивающий повышение точности измерения линейного ускорения за счет

частотного выходного сигнала и увеличения добротности колебаний резонатора. Расположение опорных элементов в центральной части инерционной массы акселерометра обеспечивает уменьшение влияния температурных деформаций и тем самым уменьшение температурной погрешности акселерометра.

5 Представленные данные свидетельствуют о выполнении при использовании заявляемого изобретения следующей совокупности условий:

средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, предназначено для использования в промышленности, а именно в измерительной 10 технике для измерений линейного ускорения;

- для заявленного устройства в том виде, в котором оно охарактеризовано в независимом пункте формулы изобретения, подтверждена возможность его осуществления;

15 - средство, воплощающее заявленное изобретение при его осуществлении, способно обеспечить повышение точности измерения линейного ускорения и уменьшить температурную погрешность

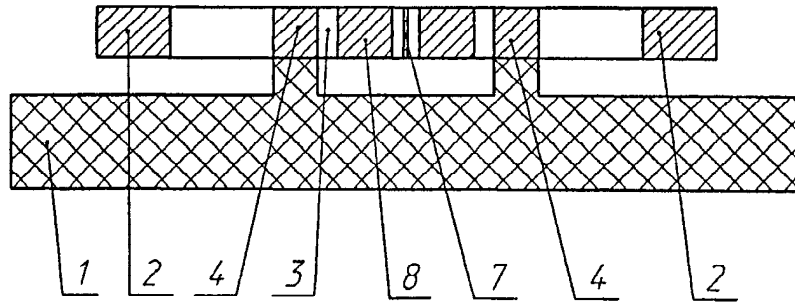
Следовательно, заявляемое изобретение соответствует условию "промышленная применимость".

20 Формула изобретения

1. Виброчастотный микромеханический акселерометр, содержащий подложку из диэлектрического материала, опорные элементы, закрепленные неподвижно на подложке, инерционную массу, расположенную с зазором относительно подложки и 25 связанную с опорными элементами через упругие элементы, и систему измерения перемещения инерционной массы, содержащую подвижный и неподвижные электроды, отличающийся тем, что он снабжен дополнительным опорным элементом и резонатором, расположенным с зазором относительно подложки, с одной стороны 30 закрепленным к инерционной массе, а с другой стороны - к дополнительному опорному элементу, а система измерения перемещения инерционной массы выполнена в виде электростатической системы возбуждения-регистрации колебаний резонатора, подвижным электродом которой является резонатор.

35 2. Виброчастотный микромеханический акселерометр по п.1, отличающийся тем, что в инерционной массе выполнено центральное отверстие, в котором расположены опорные элементы и дополнительный опорный элемент.

A-A



Фиг. 2