



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011152062/28**, **21.12.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **21.12.2011**(45) Опубликовано: **10.09.2013** Бюл. № **25**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2251702 C1**, **10.05.2005**. **РАСПОПОВ В.Я. Микромеханические приборы. - М.: Машиностроение, 2007, с.27-31. RU 2379694 C1**, **20.01.2010. RU 2379693 C1**, **20.01.2010. RU 2231795 C1**, **27.06.2004. US 2001/0047688 A1**, **06.12.2001. US 5126812 A**, **30.06.1992. EP 0311484 A2**, **12.04.1989**.

Адрес для переписки:

115516, Москва, Кавказский б-р, 59, ОАО "Московский радиозавод "Темп"

(72) Автор(ы):

Чаплыгин Юрий Александрович (RU), Тимошенко Сергей Петрович (RU), Шилов Валерий Федорович (RU), Миронов Сергей Геннадьевич (RU), Киргизов Сергей Викторович (RU), Глазков Олег Николаевич (RU), Головань Антон Сергеевич (RU), Тимошенко Алексей Сергеевич (RU), Кочурина Елена Сергеевна (RU), Анчутин Степан Александрович (RU), Рубчиц Вадим Григорьевич (RU)

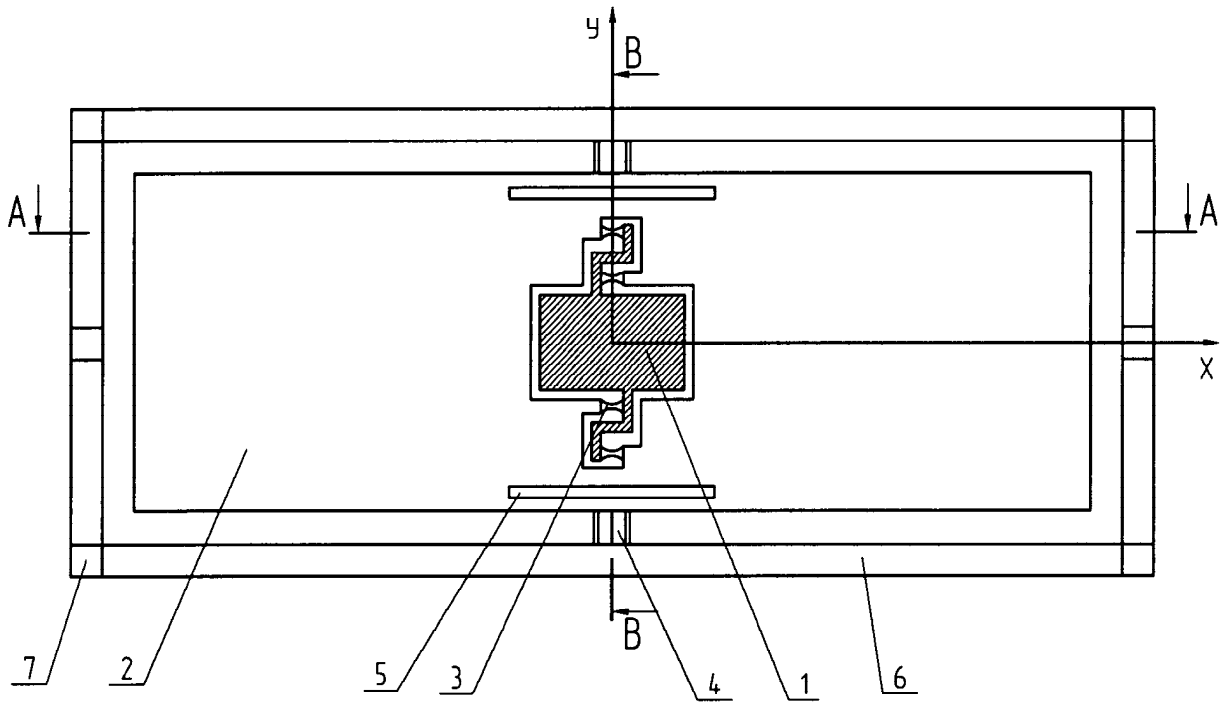
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Московский радиозавод "Темп" (RU)**(54) ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в микромеханических датчиках линейных ускорений. Чувствительный элемент, выполненный из монокристаллического кремния низкой проводимости, содержит центральную площадку, соединенную со стеклянной подложкой, на которых находятся электроды емкостного преобразователя, внешнюю рамку с площадками крепления, соединенную с инерционной массой через крестообразные торсионы. Центральная площадка соединена с инерционной массой через изгибные упругие элементы. Между местом заделки конца крестообразного

торсиона в инерционной массе (маятнике) и изгибными упругими элементами вдоль маятника расположена сквозная щель с обеих сторон относительно центральной площадки крепления. Введение центральной площадки крепления и дополнительных изгибных упругих элементов уменьшает нулевой сигнал и его нестабильность, а при одновременном воздействии еще измеряемого ускорения уменьшает погрешность крутизны характеристики прибора в целом. Введение сквозных щелей значительно уменьшает деформацию, передающуюся на крестообразные торсионы и изгибные упругие элементы при воздействии плюсовых и отрицательных температур. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2492490 C1

RU 2492490 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01P 15/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011152062/28, 21.12.2011

(24) Effective date for property rights:
21.12.2011

Priority:

(22) Date of filing: 21.12.2011

(45) Date of publication: 10.09.2013 Bull. 25

Mail address:

115516, Moskva, Kavkazskij b-r, 59, OAO
"Moskovskij radiozavod "Temp"

(72) Inventor(s):

**Chaplygin Jurij Aleksandrovich (RU),
Timoshenkov Sergej Petrovich (RU),
Shilov Valerij Fedorovich (RU),
Mironov Sergej Gennad'evich (RU),
Kirgizov Sergej Viktorovich (RU),
Glazkov Oleg Nikolaevich (RU),
Golovan' Anton Sergeevich (RU),
Timoshenkov Aleksej Sergeevich (RU),
Kochurina Elena Sergeevna (RU),
Anchutin Stepan Aleksandrovich (RU),
Rubchits Vadim Grigor'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Moskovskij
radiozavod "Temp" (RU)**

(54) **SENSING ELEMENT OF MICROMECHANICAL ACCELEROMETER**

(57) Abstract:

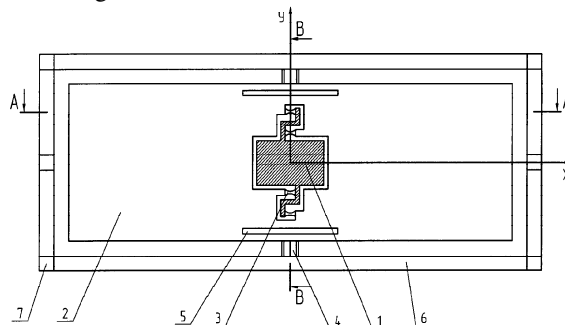
FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: sensing element made of monocrystalline silicon of low conductivity, comprises a central area connected to the glass substrate on which the electrodes of capacitive transducer are located, an outer frame with platform of fastening, connected to the inertial mass through the cross-shaped torsions. The central platform is connected to the inertial mass through the bending elastic elements. Between the place of incorporation of the end of the cross-shaped torsion in the inertial mass (pendulum) and bending elastic elements along the pendulum a through slot is located on both sides relative to the central platform of fastening. Introduction of the central platform of fastening and additional bending elastic elements reduces zero signal and its instability, and in the simultaneous influence of the measured acceleration

it reduces the steepness error of the overall characteristic of the instrument.

EFFECT: introduction of through slots reduces significantly the deformation transmitted to the cross-shaped torsions and the bending elastic elements under the influence of above-zero and below-zero temperatures.

2 dwg



Фиг. 1

RU 2 4 9 2 4 9 0 C 1

RU 2 4 9 2 4 9 0 C 1

Изобретение относится к измерительной технике и может применяться в микромеханических датчиках линейных ускорений.

Известен чувствительный элемент микромеханического акселерометра, выполненный из плавленного кварца в форме прямоугольной рамки, преобразователя перемещений рамки, регистрирующего поворот кварцевой рамки в зависимости от измеряемого ускорения [1].

Недостатком этого устройства является сложность конструкции, низкая технологичность, низкая точность из-за чувствительности к перекрестным связям. Изготовление таких устройств из плавленного кварца возможно только в единичном производстве и требует специальной высококвалифицированной подготовки персонала. Трудоемкая реализация преобразователя перемещений так как установка в корпус кварцевой рамки возможна только отдельно от преобразователя перемещений и требует затем отдельной регулировки положения рамки в зазоре преобразователя перемещений, то есть установки ее в нулевое положение.

Известен чувствительный элемент микромеханического акселерометра, выполненный из монокристаллического кремния в виде электропроводящей инерционной массы, представляющей собой маятник, имеющий два плеча и подвешенный с помощью торсионов, внешнюю рамку, к которой одной стороной соединены торсионы, стеклянную подложку (основание), на которую крепится внешняя рамка, торсионы выполнены крестообразными с поперечным сечением в виде Х-образного профиля, ось симметрии фигуры инерционной массы совмещена с осью, проходящей через торсионы подвеса, а маятниковый подвес обеспечен удалением части одного плеча инерционной массы на его поверхности, при этом указанная поверхность выполнена с ребрами жесткости, причем профиль поперечного сечения ребер жесткости имеет Т-образную форму, а наклонные грани крестообразных торсионов с профилем поперечного сечения в виде Х-образной формы ориентированы по направлению (111) кристаллографической решетки монокристаллического кремния. [2]

Одним из недостатков известного датчика является высокая чувствительность к температурным воздействиям. При повышении или понижении рабочих температур торсионы чувствительного элемента удлиняются или укорачиваются, соответственно. Так как торсионы жестко соединены, с одной стороны, с внешней рамкой, с другой стороны, с инерционной массой, при этом внешняя рамка жестко соединена со стеклянной подложкой (основанием), то возникающая при этом деформация приложена к инерционной массе, которая закручивает последнюю. При этом в отсутствие приложенного ускорения возникает сигнал, то есть нулевой сигнал, который увеличивается при увеличении, уменьшении уровня температуры. Кроме того из-за технологического разброса изготовления чувствительного элемента, а именно торсионов, появляется нестабильность нулевого сигнала. Из всего этого следует, что точность измерения параметра, а именно линейного ускорения, существенно уменьшается.

Другим недостатком является высокая чувствительность конструкции чувствительного элемента продольным и поперечным вибрациям, направленных по осям X и Y и под углом к ним. Это существенным образом влияет на стабильность нулевого сигнала и точность измерения самого параметра, то есть линейного ускорения.

Так при воздействии вибрации по этим осям или под углом к ним, возникают объемные волновые процессы в торсионах, последние представляют собой, в первом

приближении, стержни. Объемная волна в торсионах вызывает время-переменную деформацию в электропроводящей инерционной массе, являющуюся частью преобразователя перемещений. В результате чего на выходе датчика увеличивается смещение нуля и, как следствие, понижается точность прибора в целом.

5 Задачей, на решение которой направлено изобретение, является увеличение точности измерения.

Для достижения этого в чувствительном элементе микромеханического акселерометра, содержащем маятник из монокристаллического кремния, стеклянную 10 подложку и внешнюю рамку с площадками крепления к стеклянной подложке, крестообразные торсионы, согласно заявленному решению, дополнительно введена центральная площадка крепления к стеклянной подложке, расположенная в центре симметрии маятника, соединенная через изгибные упругие элементы с маятником 15 таким образом, что ось изгиба упругих элементов совпадает с осью крутильных крестообразных торсионов, и между местом крепления конца торсиона в маятнике и изгибными упругими элементами, вдоль маятника, расположена сквозная щель, с обеих сторон относительно центральной площадки крепления.

Признаком, отличающим предложенный чувствительный элемент от известного 20 является то, что в чувствительном элементе дополнительно введена центральная площадка крепления к стеклянной подложке, расположенная в центре симметрии инерционной массы и соединенная с ней через изгибные упругие элементы, ось изгиба которых совпадает с осью крутильных крестообразных торсионов. В центральной точке закрепления механические напряжения равны нулю при всех видах колебаний. В 25 точке крепления и вблизи ее с учетом линейного закона распределения механических напряжений и деформаций напряженное состояние отсутствует. Поэтому при воздействии продольной вибрации вдоль осей X и Y или под углом к ним дополнительно введенные изгибные элементы, одной стороной связанные с 30 центральной точкой крепления к стеклянной подложке, а другой- с инерционной массой что, существенно уменьшают деформацию инерционной массы, тем самым уменьшая погрешность измерения. Другим существенным признаком является то, что в теле инерционной массы вытравлены сквозные щели. Все это, в целом, увеличивает точность измерения полезного сигнала.

35 Предложенный микромеханический датчик иллюстрируется чертежами, представленными на фиг.1, 2. На фиг.1 изображен кремниевый чувствительный элемент в плане, где:

1 - центральная площадка крепления к стеклянной подложке (не показана);

40 2 - инерционная масса;

3 - изгибные упругие элементы;

4 - крестообразные торсионы;

5 - сквозные щели;

6 - внешняя рамка;

45 7 - площадки крепления на внешней рамке.

На фиг.2, центральная часть чувствительного элемента в увеличенном виде, а также сечение по А-А и В-В.

Чувствительный элемент, выполненный из монокристаллического кремния низкой 50 проводимости содержит центральную площадку 1, соединенную со стеклянной подложкой (не показано), на которых находятся электроды (не показано) емкостного преобразователя, внешнюю рамку 6 с площадками крепления 7, соединенную с инерционной массой 2, через крестообразные торсионы 4. Центральная площадка 1

соединена с инерционной массой 2 через изгибные упругие элементы 3. Между местом крепления конца крестообразного торсиона 4 в инерционной массе (маятнике) 2 и изгибными упругими элементами 3, вдоль инерционной массы (маятника) 2, расположена сквозная щель 5, с обеих сторон относительно центральной площадки крепления 1.

Чувствительный элемент работает следующим образом. При воздействии линейного ускорения маятник 2, отклоняется от своего нейтрального положения. При этом крестообразные торсионы 4 закручиваются на определенный угол. На стеклянных подложках и маятнике 2 реализована схема обработки сигнала. При воздействии линейного ускорения возникает дисбаланс между верхом и низом, со стороны стеклянных подложек. Величина этого дисбаланса пропорциональна измеряемому ускорению.

При воздействии вредных факторов введение центральной площадки крепления 1 и дополнительных изгибных упругих элементов 3 резко уменьшает нулевой сигнал и его нестабильность, а при одновременном воздействии еще измеряемого ускорения уменьшается погрешность крутизны характеристики прибора в целом. Введение сквозных щелей 5 значительно уменьшает деформацию, передающуюся на крестообразные торсионы 4 и изгибные упругие элементы 3 при воздействии плюсовых и отрицательных температур. Это уменьшает нулевой сигнал и уменьшает погрешность крутизны характеристики датчика в целом.

Проведенное математическое моделирование в среде ANSYS и макетные испытания показали положительный эффект данного устройства и по технологичности и по точности по сравнению с прототипом.

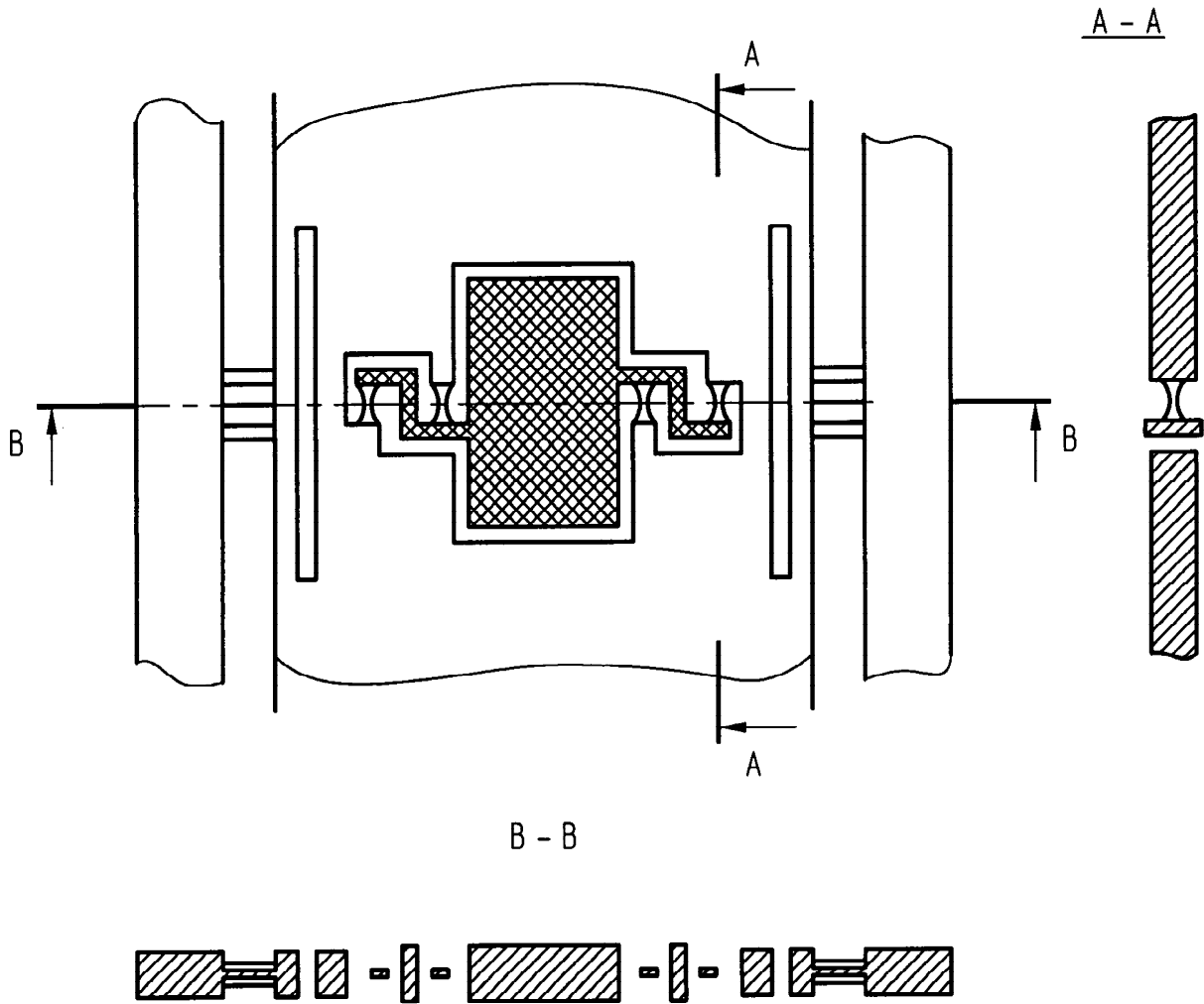
Источники информации:

1. Мельников В.Е. «Электромеханические преобразователи на базе кварцевого стекла». Москва, Машиностроение, 1984 г.

2. Патент РФ №2251702 (прототип).

Формула изобретения

Чувствительный элемент микромеханического акселерометра, содержащий маятник из монокристаллического кремния, стеклянную подложку и внешнюю рамку с площадками крепления к стеклянной подложке, крестообразные торсионы, отличающийся тем, что дополнительно введена центральная площадка крепления к стеклянной подложке, расположенная в центре симметрии маятника, соединенная через изгибные упругие элементы с маятником таким образом, что ось изгиба упругих элементов совпадает с осью крутильных крестообразных торсионов, и между местом крепления конца торсиона в маятнике и изгибными упругими элементами вдоль маятника расположена сквозная щель с обеих сторон относительно центральной площадки крепления.



Фиг. 2