

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2011/059352 A1

(43) Дата международной публикации
19 мая 2011 (19.05.2011)

РСТ

- (51) Международная патентная классификация:
G01C 19/56 (2006.01) *G01P 9/04* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2009/000607
- (22) Дата международной подачи:
10 ноября 2009 (10.11.2009)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): **ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АЙСЕНС (OBSHCHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTYU "AISENS")** [RU/RU]; Рязанский проспект, 8а-14-1-22, Москва, 109391, Moscow (RU).
- (72) Изобретатели: **МЕЗЕНЦЕВ, Александр Павлович (MEZENTSEV, Aleksandr Pavlovich)**; ул. Ладужская, 8-80, Москва, 107005, Moscow (RU). **ФРОЛОВ, Евгений Николаевич (FROLOV, Evgeny Nikolaevich)**; ул. Нагорная, 2-1-60, МО, Долгопрудный,

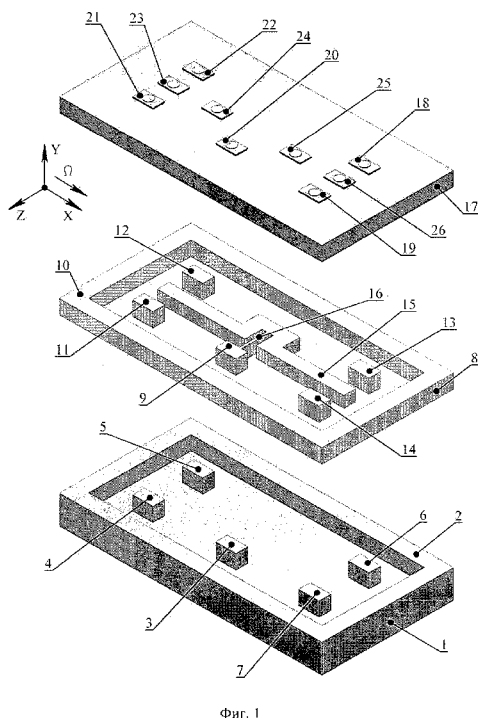
141700, Dolgoprudny (RU). **КЛИМКИН, Михаил Юрьевич (KLIMKIN, Mikhail Yurievich)**; Багайский проезд, 37-281, Москва, 109144, Moscow (RU). **МЕЗЕНЦЕВ, Олег Александрович (MEZENTSEV, Oleg Aleksandrovich)**; ул. Ладужская, 8-80, Москва, 107005, Moscow (RU).

- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: VIBRATING GYROSCOPE

(54) Название изобретения : ВИБРАЦИОННЫЙ ГИРОСКОП



Фиг. 1

(57) Abstract: The invention relates to measurement technology, in particular to vibrating gyroscope apparatuses intended for measuring angular velocity. The vibrating gyroscope comprises a base, an inertial mass, a cover and service electronics. Said vibrating gyroscope is in the form of a planar stack of three layers, the first outer one of which is in the form of a base which makes contact over the periphery of the contour of said layer with the contour of the central layer, which surrounds the inertial mass and makes contact with the second outer layer, which is in the form of a cover with leadthroughs for coupling the service electronics. The technical result consists in simplifying the construction, and increasing the measurement accuracy as well as the technological effectiveness and reliability of the gyroscope.

(57) Реферат: Изобретение относится к измерительной технике, в частности, к вибрационным гироскопическим приборам, предназначенным для измерения угловой скорости. Вибрационный гироскоп содержит основание, инерционную массу, крышку, сервисную электронику. Он выполнен в виде плоского пакета из трех слоев, первый крайний из которых представляет собой основание, контактирующее по периферии своего контура с контуром среднего слоя, охватывающим инерционную массу и контактирующим со вторым крайним слоем, представляющим собой крышку с проходными вводами для подключения сервисной электроники. Технический результат заключается в упрощении конструкции, повышении точности измерений, а также технологичности и

надежности гироскопа.

WO 2011/059352 A1

ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Опубликована:**
— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Вибрационный гироскоп.

Предлагаемое изобретение относится к измерительной технике, в частности, к вибрационным гироскопическим приборам, предназначенным для измерения угловой скорости.

Известен гироскоп-акселерометр, который состоит из одной кремневой и двух стеклянных пластин. В кремневой пластине путем травления сформированы базовая рамка и два маятниковых узла, которые связаны с рамкой с помощью упругих перемычек. Маятники могут упруго перемещаться вдоль оси, нормальной плоскости пластины (патент США №5392650, класс 73/517 А, 1995г.).

Система возбуждения может вызывать колебания маятниковых узлов в противофазе в плоскости пластины, что, по сути, эквивалентно вращению всей пластины вокруг оси, перпендикулярной ее плоскости. При наличии вращения основания, на котором установлен акселерометр-гироскоп, его маятники под действием сил Кориолиса начнут совершать колебания с частотой возбуждения. Амплитуды колебаний маятников зависят от угловой скорости поворота прибора (здесь не рассматриваются смещения маятников, обусловленные движением прибора с ускорением).

На базовую рамку кремниевой пластины с двух сторон жестко закреплены две стеклянные пластины с электродами, которые совместно с кремниевой пластиной, как общим электродом, образуют пару дифференциальных емкостных датчиков смещения маятников.

Основными недостатками рассмотренного акселерометра-гироскопа являются, во-первых, невозможность изготовления кремниевой пластины с

идентичными маятниковыми узлами, что приводит к дополнительной погрешности прибора, и, во-вторых, в данной конструкции достаточно сложно осуществить режим резонансной настройки колебаний маятников и маятниковых узлов.

5 Известен вибрационный гироскоп, который имеет основание с установленным в нем узлом вибрирующего кольца, называемым также роторным узлом.

Роторный узел выполнен из единой пластины монокристалла кремния и состоит из ротора в виде внешнего кольца и внутренней ступицы, которые
10 связаны друг с другом упругими элементами. Ступица соединена с основанием также упругими связями. Ротор является инерционной (пробной) массой гироскопа и может совершать угловые колебания вокруг двух взаимно ортогональных осей (вокруг оси, нормальной плоскости кольца, и оси, расположенной в плоскости кольца).

15 В гироскопе электростатически могут быть возбуждены угловые колебания ротора вокруг оси, нормальной его плоскости (оси возбуждения). При наличии вращения основания гироскопа под действием сил Кориолиса его ротор начинает совершать колебания вокруг второй оси (выходной оси) с амплитудой, которая пропорциональна угловой скорости поворота.

20 На основании гироскопа образована диэлектрическая подложка (изоляционный слой), на которой имеется два электрода. Электроды совместно с кремниевым ротором (как общим электродом) образуют дифференциальный емкостный датчик смещения ротора.

Для возбуждения колебаний ротора и съема информации об его
25 движении в гироскопе имеется сервисная электроника (патент США №5555765, класс 73/504.09, 1996).

Указанный вибрационный гироскоп наиболее близок к изобретению и поэтому принят за прототип.

Необходимо указать следующий недостаток прототипа.

Наибольшей чувствительности гироскоп достигает при совпадении частот угловых колебаний ротора вокруг двух ортогональных осей (резонансный режим). Технологический разброс параметров, в основном, упругих элементов приводит к разночастотности двух колебательных систем роторного узла, что существенно влияет на характеристики гироскопа. При этом разночастотность роторного узла из-за наличия нескольких упругих элементов, сложной конфигурации ротора не может быть снижена меньше некоторого уровня, что ограничивает достижение высокой точности гироскопа. У роторного узла, помимо двух основных собственных частот имеются другие собственные частоты колебаний, которые можно трактовать как «паразитные» частоты. Эти частоты стремятся увести от основных частот как можно выше, чтобы их влиянием на работу гироскопа можно было пренебречь. Однако для прототипа из-за сложной формы роторного узла трудно сделать «паразитные» частоты существенно выше основных частот, что приводит к дополнительным ошибкам гироскопа, особенно в условиях его работы при вибрациях и, соответственно, уменьшению надёжности конструкции в целом.

Техническим результатом настоящего изобретения является упрощение конструкции, в том числе упругого подвеса и формы инерционной массы (ротора) гироскопа и повышение за счет этого точности его измерения, а также технологичности и надёжности конструкции.

Указанный технический результат достигается тем, что известный вибрационный гироскоп, содержащий основание, инерционную массу,

крышку, сервисную электронику, выполнен в виде плоского пакета из трёх слоёв, первый крайний из которых представляет собой основание, контактирующее по периферии своего контура с контуром среднего слоя, охватывающим инерционную массу и контактирующим со вторым крайним
5 слоём, представляющим собой крышку с проходными вводами для подключения сервисной электроники.

Кроме того, основание первого слоя может представлять собой прямоугольную пластину, на одной стороне которой образованы замкнутый по всему периметру выступ и изолированные внутренние выступы
10 одинаковой высоты, средний слой выполнен в виде замкнутой по его контуру рамки, соответствующей замкнутому по всему периметру выступу основания, и стоек, соответствующих изолированным внутренним выступам одинаковой высоты, причём одна из стоек представляет собой ступицу инерционной массы, выполненной в виде прямолинейного стержня с
15 криволинейным участком в средней части, середина которой связана со ступицей плоской пружиной, плоскость которой перпендикулярна стержню, а на рамку по её периметру установлена крышка второго крайнего слоя, представляющая собой прямоугольную пластину с проходными вводами, при этом связь замкнутого выступа основания и крышки с рамкой,
20 изолированных выступов с соответствующими стойками выполнена жёсткой, а ступицы и стоек с проходными вводами – гальванической.

Кроме того, стойки могут располагаться относительно стержня с зазором попарно симметрично.

Кроме того, прямоугольная пластина основания, рамка, стойки и крышка
25 могут быть выполнены из монокристаллического кремния.

Кроме того, проходные вводы могут быть гальванически соединены с

изолированными площадками, расположенными на внутренней стороне крышки попарно симметрично и с зазором относительно стержня инерционной массы.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежами.

5 На фиг. 1 показана компоновочная схема вибрационного гироскопа, на фиг. 2 – вид сбоку на плоский пакет гироскопа. На рисунках сервисная электроника не показана.

Вибрационный гироскоп содержит основание первого крайнего слоя в виде прямоугольной пластины 1 из монокристаллического кремния, на одной
10 стороне которой путем травления образованы замкнутый по всему периметру выступ 2 и пять изолированных внутренних выступов 3 -7 одинаковой высоты. На выступы через изоляционные слои (диоксид кремния) жестко установлен средний слой 8 в виде прямоугольной пластины монокристаллического кремния, повторяющей контур первой. В этой
15 пластине путем травления сделаны сквозные прорезы. Благодаря этому образованы ступица 9, замкнутая по контуру пластины рамка 10, стойки 11 - 14, инерционная масса, выполненная в виде прямолинейного стержня 15 с криволинейным участком в середине, плоская пружина 16. Ступица 9 жестко
20 связана с выступом 3, рамка 10 – с выступом 2, каждая стойка 11 – 14 – с соответствующим выступом 4 – 7. Стержень 15 связан со ступицей 9 плоской пружиной 16, плоскость которой перпендикулярна стержню, при этом центр масс инерционной массы совпадает со средней точкой пружины 16. Таким образом, стержень 15 упруго подвешен к основанию 1 и может совершать угловые колебания вокруг двух ортогональных осей. Стойки 11,
25 14 и 12, 13 располагаются относительно стержня 15 с зазором попарно симметрично. На рамку 10 жестко установлена крышка 17 второго крайнего

6

слоя, представляющая собой прямоугольную пластину из кремния с проходными вводами 18 –26. Каждый из проходных вводов 18 –26 представляет собой часть кремневой пластины, изолированная от нее по всей толщине. Проходные вводы 18 - 22 связаны механически и гальванически со ступицей 9 и стойками 11 - 14, а проходные вводы 23 –26 располагаются попарно симметрично с зазором относительно стержня. Вводы электрически соединены с сервисной электроникой.

Упругий элемент – плоская пружина 16 позволяет стержню 15 совершать угловые колебания вокруг двух ортогональных осей: вокруг оси, перпендикулярной плоскости пластин, и вокруг продольной оси пружины 16. Наибольшей чувствительности вибрационный гироскоп достигает при совпадении собственных частот угловых колебаний стержня 15 вокруг этих осей. Для предлагаемой конструкции гироскопа это выполняется при условии:

15

$$\frac{E}{4G} \times \frac{A_1}{A_2} \cong 1 - 0,63 \frac{b}{h},$$

где: E , G – соответственно, модуль упругости материала пружины (кремния) первого и второго рода; A_1 , A_2 - соответственно, момент инерции стержня вокруг продольной оси пружины и вокруг оси, перпендикулярной плоскости пластин и проходящей через центр масс стержня; b , h – соответственно, ширина и высота пружины. Моменты инерции стержня A_1 , A_2 практически равны. Тогда условие совпадения двух частот колебаний стержня 15 может быть упрощено до вида:

20

$$\frac{E}{4G} \cong 1 - 0,63 \frac{b}{h}.$$

Для кристаллического кремния соотношение $\frac{E}{G}$ для различных ориентаций плоскости пружины 16 будет разным. Однако, при этом $\frac{b}{h} \approx \frac{2}{3}$.

Вибрационный гироскоп работает следующим образом. От сервисной электроники на ввод 18 подается потенциал $(U_0 + U_1 \sin \omega t)$ относительно ввода 20, а на ввод 22 - $(U_0 - U_1 \sin \omega t)$, где U_0 - постоянный потенциал, U_1 - амплитуда переменного потенциала с частотой ω . В результате этого, из-за действия электростатических сил возникает переменный механический момент с частотой ω , приложенный к стержню 15 гироскопа вокруг оси, перпендикулярной плоскости пластин (оси Y). При совпадении частоты ω с собственной частотой стержня 15 возбуждаются его резонансные угловые колебания вокруг той же оси. При наличии вращения основания 1 гироскопа вокруг оси X с угловой скоростью Ω под действием сил Кориолиса возникают колебания стержня 15 вокруг продольной оси пружины 16 (оси Z). Амплитуда колебаний стержня 15, пропорциональная угловой скорости Ω , регистрируется дифференциальным емкостным датчиком угла поворота ротора, образованного вводами 23, 26 и вводом 20, связанным со стержнем 15 гальванически. Таким образом, функционирует гироскоп, построенный по разомкнутой схеме. Для гироскопа с обратными связями будут необходимы все вводы. Для повышения чувствительности гироскопа, как сказано выше, обе собственные частоты стержня должны быть равны.

Конструктивное исполнение вибрационного гироскопа в соответствии с настоящим изобретением позволяет упростить упругий подвес ротора и за счет этого осуществить более точную настройку двух собственных частот ротора друг под друга и, соответственно, повысить точность измерения гироскопа и обеспечить получение технического результата которым

является упрощение конструкции, в том числе упругого подвеса и формы инерционной массы (ротора) гироскопа и повышение за счет этого точности его измерения, а также технологичности и надёжности конструкции.

5

10

15

20

25

Формула изобретения

1. Вибрационный гироскоп, содержащий основание, инерционную массу, крышку, сервисную электронику, отличающийся тем, что он выполнен в виде плоского пакета из трёх слоёв, первый крайний из которых
5 представляет собой основание, контактирующее по периферии своего контура с контуром среднего слоя, охватывающим инерционную массу и контактирующим со вторым крайним слоем, представляющим собой крышку с проходными вводами для подключения сервисной электроники.

2. Вибрационный гироскоп по п. 1, отличающийся тем, что
10 основание первого слоя представляет собой прямоугольную пластину, на одной стороне которой образованы замкнутый по всему периметру выступ и изолированные внутренние выступы одинаковой высоты, средний слой выполнен в виде замкнутой по его контуру рамки, соответствующей замкнутому по всему периметру выступу основания, и стоек,
15 соответствующих изолированным внутренним выступам одинаковой высоты, причём одна из стоек представляет собой ступицу инерционной массы, выполненной в виде прямолинейного стержня с криволинейным участком в средней части, середина которой связана со ступицей плоской пружиной, плоскость которой перпендикулярна стержню, а на рамку по её периметру
20 установлена крышка второго крайнего слоя, представляющая собой прямоугольную пластину с проходными вводами, при этом связь замкнутого выступа основания и крышки с рамкой, изолированных выступов с соответствующими стойками выполнена жёсткой, а ступицы и стоек с проходными вводами – гальванической.

25 3. Вибрационный гироскоп по п. 2, отличающийся тем, что стойки располагаются относительно стержня с зазором попарно симметрично.

4. Вибрационный гироскоп по п. 2, отличающийся тем, что прямоугольная пластина основания, рамка, стойки и прямоугольная пластина крышки выполнены из монокристаллического кремния.

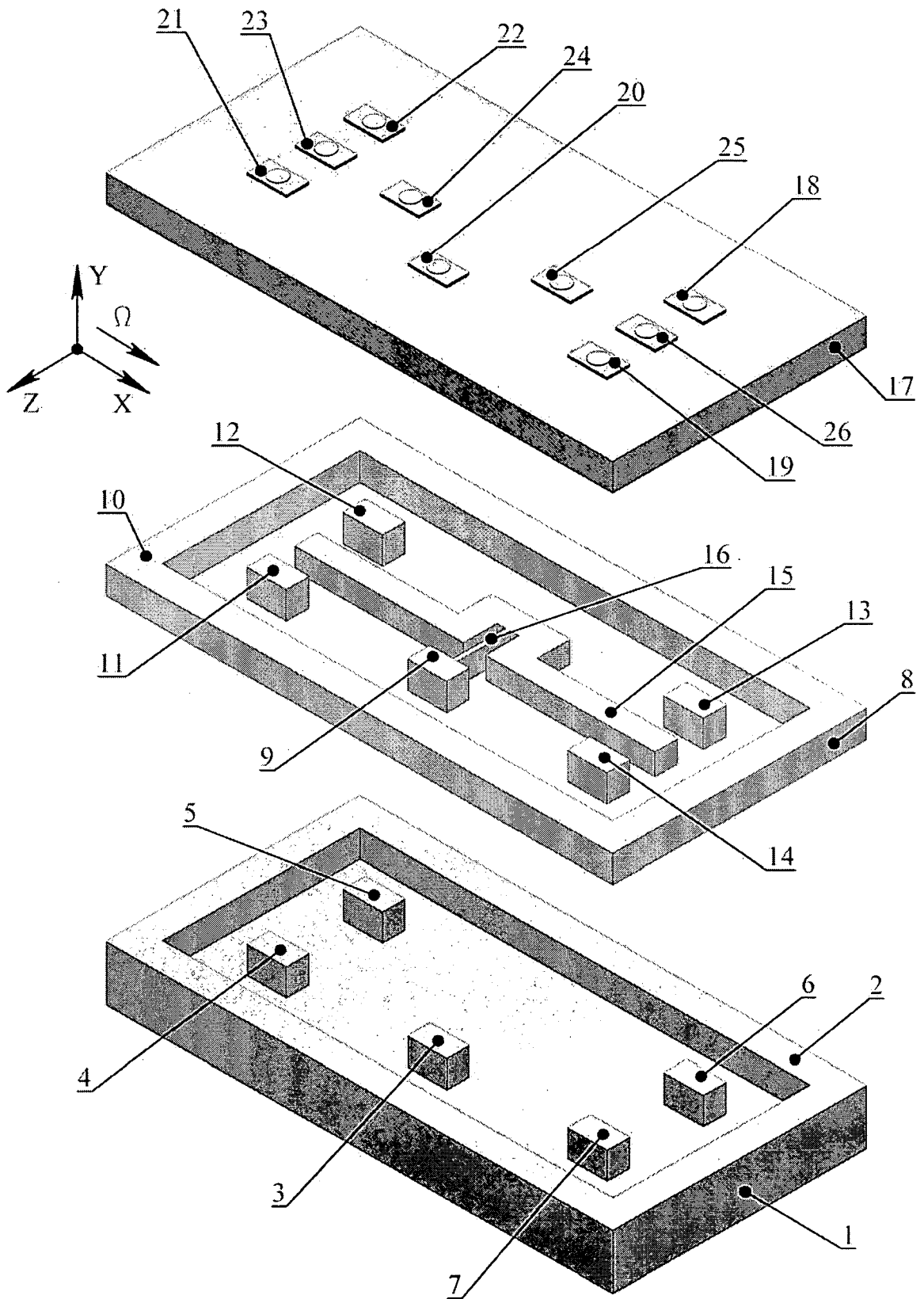
5. Вибрационный гироскоп по п. 1, отличающийся тем, что проходные вводы гальванически соединены с изолированными площадками, расположенными на внутренней стороне крышки попарно симметрично и с зазором относительно стержня инерционной массы.

10

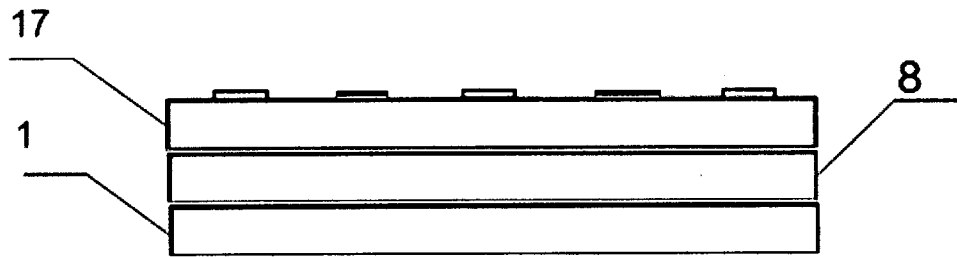
15

20

25



Фиг. 1



Фиг. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU2009/000607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01C 19/56 (2006.01) G01P 9/04 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01C 19/00, 19/56, G01P 9/00, 9/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PAJ, Esp@cenet, PCT Online, USPTO DB, RUPAT, RUABRU, RUABEN, RUPAT-OLD, RUABU1		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/0148849 A1 (SONY CORPORATION) 26.06.2008, the abstract, page 1, lines 13-26, page 5, line 81-page 6, line 110, figures 1-3, 21-22	1
A	RU 2334197 C1 (OBSHESTVO S OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTIJU "AISENS" et al.) 20.09.2008	1-5
A	US 5555765 A (THE CHARLES STARK DRAPER LABORATORY, INC.) 17.09.1996	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 28 July 2010	Date of mailing of the international search report 12 August 2010	
Name and mailing address of the ISA/ RU	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №

PCT/RU 2009/000607

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: *G01C 19/56* (2006.01)
G01P 9/04 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации МПК

В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации):
G01C 19/00, 19/56, G01P 9/00, 9/04

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые PAJ, Esp@cenet, PCT Online, USPTO DB, RUPAT, RUABRU, RUABEN, RUPAT-OLD, RUABU1

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	US 2008/0148849 A1 (SONY CORPORATION) 26.06.2008, реферат, с. 1, строки 13-26, с. 5, строка 81-с. 6, строка 110, рис. 1-3, 21-22	1
A	RU 2334197 C1 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АЙСЕНС" и др.) 20.09.2008	1-5
A	US 5555765 A (THE CHARLES STARK DRAPER LABORATORY, INC.) 17.09.1996	1-5

последующие документы указаны в продолжении графы С.

данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:

A документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным

E более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее

L документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)

O документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.

P документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

T более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение

X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности

Y документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста

& документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска: 28 июля 2010 (28.07.2010)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 12 августа 2010 (12.08.2010)

Наименование и адрес ISA/RU
ФГУ ФИПС
РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб.,
30,1
Факс: (499) 243-3337

Уполномоченное лицо:
Т. Маев
Телефон № (499) 240-25-91