



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007141121/28, 08.11.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.11.2007

(45) Опубликовано: 27.05.2009 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4793195 A, 27.12.1988. SU 625164 A,
10.08.1978. RU 2276371 C1, 10.05.2006. UA
22153 U, 15.04.2007.

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, ГОУ
ВПО "МГТУ имени Н.Э.Баумана, ЦЗИС",
директору

(72) Автор(ы):

Лунин Борис Сергеевич (RU),
Матвеев Валерий Александрович (RU),
Басараб Михаил Алексеевич (RU)

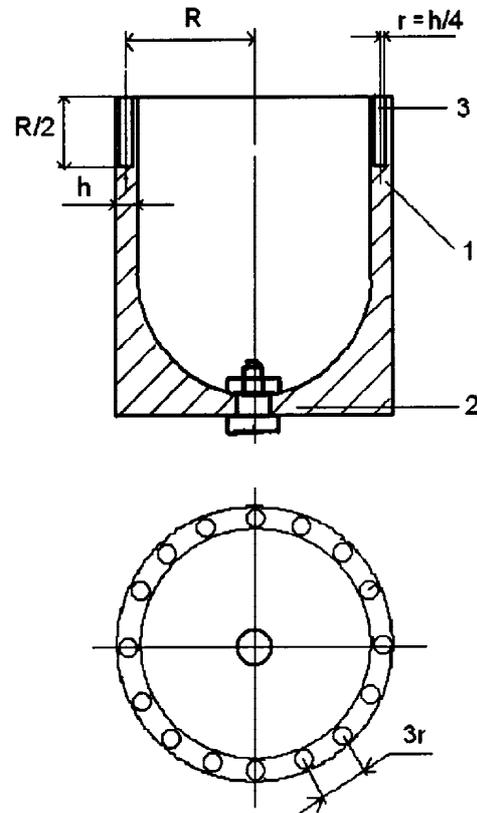
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Московский государственный
технический университет имени
Н.Э.Баумана" (RU)

(54) РЕЗОНАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области приборостроения, в частности к конструкции чувствительных элементов твердотельных волновых гироскопов, которые используются для определения угловых перемещений в навигационных устройствах летательных аппаратов, а также в оборудовании бурильных устройств. Кромка цилиндрического резонатора по всему диаметру снабжена отверстиями радиусом, равным четверти толщины стенки цилиндра, глубиной в половину радиуса цилиндра, которые расположены друг от друга на расстоянии, равном утроенному радиусу отверстий, причем оси этих отверстий параллельны образующей цилиндра. Техническим результатом является уменьшение тепловых потоков между различными зонами металлического резонатора, возникающих при колебаниях резонатора и влияющих на энергию колебаний, что приводит к низкой добротности металлического резонатора. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G01C 19/56 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2007141121/28, 08.11.2007

(24) Effective date for property rights:
08.11.2007

(45) Date of publication: 27.05.2009 Bull. 15

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, GOU
VPO "MGU imeni N.Eh.Baumana, TsZIS",
direktoru

(72) Inventor(s):

Lunin Boris Sergeevich (RU),
Matveev Valerij Aleksandrovich (RU),
Basarab Mikhail Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh.Baumana" (RU)

(54) RESONATOR

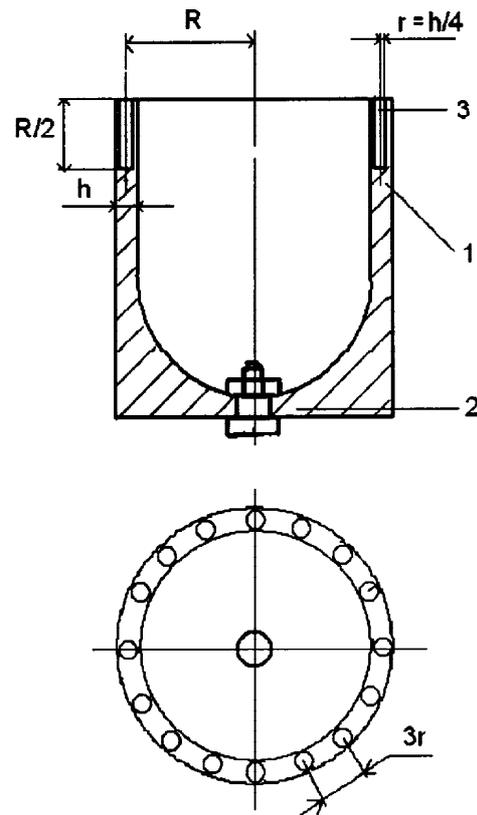
(57) Abstract:

FIELD: instrument making.

SUBSTANCE: invention relates to instrument making, particularly, to the design of solid-state wave gyro-sensing elements intended for determining angular drift in flying vehicle navigation devices, as well as in drilling equipment. The cylindrical resonator edge features, all over its diameter, the orifices with the radius equal to $\frac{1}{4}$ of the cylinder wall thickness and the depth equal to half the cylinder radius. The said orifices are arranged at the distance from each other equal to thrice their radius, the orifices axes being parallel to the cylinder generatrix.

EFFECT: reduced heat flows between various zones of metal resonator originating when resonator oscillates and affecting oscillation power that causes lower resonator Q-factor.

1 dwg



Изобретение относится к конструкции резонаторов волновых твердотельных гироскопов, которые используются для определения угловых перемещений в навигационных устройствах самолетов, космических аппаратов, управляемых бурильных головок.

Известен резонатор, выполненный в виде тонкостенного металлического цилиндра с дном. Резонатор скрепляется дном с другими частями чувствительного элемента. Кромка тонкостенного цилиндра на противоположном конце служит рабочей частью резонатора и совершает изгибные колебания при работе резонатора [Koning M.G. Vibrating cylinder gyroscope and method. // Патент США, НКИ 74-5.6 №4793195 (1988)]. При вращении колеблющегося резонатора вокруг оси симметрии из-за действия кориолисовых сил угловые скорости вращения резонатора и волновой картины оказываются различными, что позволяет определить угловую скорость вращения резонатора.

Известно, что максимальная скорость систематического дрейфа волнового твердотельного гироскопа обратно пропорциональна добротности резонатора и может быть определена по формуле [Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Волновой твердотельный гироскоп. - М.: Наука, 1985. 125 с.]:

$$\dot{\theta}_{\max} = \frac{A\pi f}{Q} (1 - k) r, \quad (1)$$

где $\dot{\theta}_{\max}$ - максимальная скорость систематического дрейфа; A - постоянный коэффициент; f - частота изгибных колебаний кромки резонатора; Q - добротность резонатора; k - постоянный коэффициент, учитывающий неізотропность резонатора.

Однако добротность резонаторов, выполненных в виде тонкостенных оболочек, оказывается низкой, так как в этом случае энергия колебаний превращается в тепловую за счет теплопереноса между зонами с различной температурой. При изгибных колебаниях внешние и внутренние слои металла оболочки испытывают различные деформации: если внешние слои растягиваются, то внутренние сжимаются и наоборот. Локальная деформация материала приводит к локальному изменению температуры, при сжатии материала локальная температура повышается, а при растяжении уменьшается. Так же как и деформация, эти температурные изменения будут различны для внешних и внутренних слоев материала: если в некоторый момент времени температура внешних слоев повышается, то при этом температура внутренних уменьшается и наоборот. Между областями оболочки резонатора, которые имеют разную локальную температуру, возникают тепловые потоки, которые и представляют собой потери энергии колебаний и которые приводят к низкой добротности резонатора. Оценим максимальную добротность металлического цилиндрического резонатора по формуле [Зинер К. Упругость и неупругость металлов. // Сб.: Упругость и неупругость металлов. // Ред. Вонсовский С.В. - М.: ИЛ, 1954. С.9-168.]:

$$Q = \frac{\gamma^2 + 4\pi^2 f^2 h^4}{2\pi f h^2 \gamma \zeta} \quad (2)$$

где γ - коэффициент температуропроводности; h - толщина стенки резонатора; ζ - интенсивность внутреннего трения.

Для большинства металлов: $\zeta \approx 0.004$ и $\gamma \approx 1 \text{ см}^2/\text{с}$ [Зинер К. Упругость и неупругость металлов. // Сб.: Упругость и неупругость металлов. // Ред. Вонсовский С.В. - М.: ИЛ, 1954. С.9-168.]. Принимая $h=0.1 \text{ см}$ и $f=2 \text{ кГц}$, получаем значение максимальной добротности тонкостенного металлического цилиндра: $Q \approx 31000$.

Поэтому данное значение добротности снижает точность работы волнового

твердотельного гироскопа до 10-50 град/ч.

Целью изобретения является устранение указанного недостатка. Эта цель достигается за счет предложенной конструкции резонатора. Резонатор выполнен в виде металлического цилиндра с дном. В кромке цилиндра, служащей рабочей частью, выполнены отверстия параллельно образующей цилиндра, радиусом, равным четверти толщины стенки цилиндра, глубиной в половину радиуса цилиндра, на расстоянии друг от друга, равном утроенному радиусу отверстия.

На чертеже показан предлагаемый резонатор.

Резонатор имеет цилиндрическую часть 1 и дно 2. В кромке цилиндра, служащей рабочей частью, выполнены отверстия 3 параллельно образующей цилиндра, радиусом, равным четверти толщины стенки цилиндра, глубиной в половину радиуса цилиндра, на расстоянии друг от друга, равном утроенному радиусу отверстия.

Предложенный резонатор работает следующим образом. Резонатор скрепляется с другими частями чувствительного элемента посредством дна. При работе возбуждают изгибные колебания рабочей кромки резонатора. Так же как и в известном резонаторе, при вращении колеблющегося предложенного резонатора вокруг оси симметрии из-за действия кориолисовых сил угловые скорости вращения резонатора и волновой картины оказываются различными, что позволяет определить угловую скорость вращения резонатора. При изгибных колебаниях рабочей части внешние и внутренние слои материала испытывают различные по знаку деформации, в результате чего локальные температуры внешней и внутренней стенки цилиндра оказываются различными. Разность локальных температур приводит к возникновению тепловых потоков, однако в предложенной конструкции резонатора интенсивность теплового потока между внешней и внутренней поверхностями резонатора уменьшается. При радиусе отверстия, равном четверти толщины стенки цилиндра, глубине отверстия в половину радиуса цилиндра и при расположении отверстий на расстоянии, равном утроенному радиусу отверстий, интенсивность теплового потока уменьшается примерно в 3 раза, так как теплопередача происходит только через узкие перемычки между отверстиями. В результате добротность резонатора также возрастет в 3 раза, что приведет к пропорциональному уменьшению систематического дрейфа твердотельного волнового гироскопа.

Таким образом, по сравнению с известным резонатором предложенный резонатор имеет более высокую добротность, что приводит к уменьшению систематического дрейфа твердотельного волнового гироскопа в 3 раза.

Формула изобретения

Резонатор волнового твердотельного гироскопа, имеющий металлический цилиндр с дном, отличающийся тем, что цилиндр снабжен отверстиями радиусом, равным четверти толщины стенки цилиндра, глубиной в половину радиуса цилиндра, которые расположены друг от друга на расстоянии, равном утроенному радиусу отверстий, причем оси этих отверстий параллельны образующей цилиндра.