



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61843 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
G01C 23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

# ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) МІКРОМЕХАНІЧНИЙ ГІРОСКОП

1

2

(21) u201102536

(22) 03.03.2011

(24) 25.07.2011

(46) 25.07.2011, Бюл.№ 14, 2011 р.

(72) БОНДАР ПАВЛО МИХАЙЛОВИЧ, ЛОШКА-РЬОВА КАТЕРИНА ВАЛЕРІЙВНА, ЖИТНИК ТЕТЯНА СЕРГІЙВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Мікромеханічний гіроскоп, що містить два однакові чутливі елементи (ЧЕ), генератор, пристрій віднімання сигналів вторинних коливань, який **відрізняється** тим, що додатково містить пристрій додавання вторинних коливань.

Корисна модель відноситься до області навігаційної техніки, а саме до вимірювачів кутової швидкості та лінійного прискорення і може бути використана в системах орієнтації та навігації для рухомих об'єктів, підвищення точності та надійності систем позиціонування та навігації (GPS), для стабілізації рухомих систем автомобілів, літаків, роботів, антен і промислового обладнання, для введення даних у портативні комп'ютери (PDA) та багатьох інших галузях.

Найближчим аналогом є мікромеханічний гіроскоп ADXRS150 фірми Analog Devices [US Patent 6505511, Date of Patent Jan. 14, 2003, Int. Cl. G01P 9/04], який характеризується тим, що в ньому використовуються два механічно незалежних резонатора для того, щоб реалізувати диференційний режим обробки вихідної інформації. У вихідному сигналі є інформація як про кутову швидкість так і про лінійне прискорення. За допомогою пристрою для віднімання сигналів вторинних коливань виділяється інформація про кутову швидкість і відкидається інформація про зовнішні прискорення, не пов'язані з кутовим рухом, таким чином при цьому сигнал прискорення не використовується. Це є недоліком даної схеми.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширення функціональних можливостей приладу, шляхом введення додаткового елемента, за рахунок визначення не тільки кутової швидкості а й лінійного прискорення об'єкта.

Поставлена задача вирішується тим, що в мікромеханічному гіроскопі, що містить два однакові чутливі елементи, генератор, пристрій віднімання сигналів вторинних коливань, новим є те, що до-

даточно встановлений пристрій додавання вторинних коливань.

Корисна модель пояснюється кресленням, яке зображено на фіг.

На фіг. зображено мікромеханічний гіроскоп, що містить два однакових чутливих елемента ЧЕ1 та ЧЕ2. Кожен чутливий елемент складається з інерційної маси 1, рамки 2, основи 3, ємнісного датчика 4, системи збудження 5, пристрою додавання вторинних коливань 6, пристрою віднімання вторинних коливань 7. Також на фіг. позначено  $\vec{g}$  - вектор прискорення сили тяжіння,  $\vec{\omega}$  - вектор кутової швидкості,  $\vec{W}$  - вектор лінійного прискорення,  $x_1 \times 2 \times 3$  - система координат зв'язана з об'єктом,  $q$  - сигнал збудження первинних коливань,  $W$  - вихідний сигнал лінійного прискорення,  $\omega$  - вихідний сигнал кутової швидкості.

Таким чином основними елементами запропонованої схеми є два механічно незалежних чутливих елемента (ЧЕ1 та ЧЕ2), системи збудження 5, яких живляться від одного генератора (Г) так, що вимушені коливання їх чутливих елементів здійснюються в протифазі з частотою  $\omega_0$ .

Такий вимірювач описується системою рівнянь, яка має вигляд:

$$\begin{cases} (p^2 + h_1 p + k_1^2 - \Omega^2) x_1 + (2\Omega p) x_2 = W, \\ (p^2 + h_2 p + k_2^2 - \Omega^2) x_2 + (2d\Omega p) x_1 = q(p), \\ (p^2 + h_1 p + k_1^2 - \Omega^2) x'_1 + (2\Omega p) x'_2 = W \\ (p^2 + h_2 p + k_2^2 - \Omega^2) x'_2 + (2d\Omega p) x'_1 = -q(p); \end{cases} \quad (1.1)$$

(19) UA (11) 61843 (13) U

де  $h_1$  і  $h_2$  - коефіцієнти демпфування, відповідні руху чутливого елемента в напрямку координат  $x_1$  і  $x_2$ ,  $k_2^2$  - парціальна частота інерційної маси,  $k_1^2$  - парціальна частота рамки з інерційною масою,  $\Omega$  - кутова швидкість,  $d$  - безрозмірні коефі-

цієнти інерційної асиметрії,  $W$  - лінійне прискорення,  $q(p)$  - узагальнене прискорення.

Система рівнянь руху чутливих елементів розпадається на дві групи незалежних рівнянь. Оскільки нас цікавлять тільки вторинні коливання знайдемо розв'язок тільки першого та третього рівняння. Розв'язок першого рівняння відноситься до ЧЕ1:

$$x_1(p) = \frac{\left[ p^2 + 2h_2p + (k_{21}^2 - \Omega^2) \right] \cdot W(p) - 2\Omega p q(p)}{\left[ p^2 + 2h_1p + (k_1^2 - \Omega^2) \right] \left[ p^2 + 2h_2p + (k_2^2 - \Omega^2) \right] + 4\Omega^2 p^2}. \quad (1.2)$$

Розв'язок третього рівняння відноситься до ЧЕ2:

$$x'_1(p) = \frac{\left[ p^2 + 2h_2p + (k_{21}^2 - \Omega^2) \right] \cdot W(p) - 2\Omega p q(p)}{\left[ p^2 + 2h_1p + (k_1^2 - \Omega^2) \right] \left[ p^2 + 2h_2p + (k_2^2 - \Omega^2) \right] + 4\Omega^2 p^2}. \quad (1.3)$$

Диференціальний вихід дозволяє виділити сигнали про кутову швидкість і про переносне лінійне прискорення. При цьому переносна кутова швидкість вимірюється шляхом вирахування вихідних сигналів вимірювачів яке здійснюється за допомогою пристрою віднімання вторинних коливань 7, а

переносне лінійне прискорення - шляхом складання цих сигналів, за допомогою пристрою додавання вторинних коливань 6.

Таким чином якщо додати вирази (1.2) і (1.3) одержимо:

$$x_1(p) + x'_1(p) = \frac{2 \left[ p^2 + 2h_2p + (k_2^2 - \Omega^2) \right] \cdot W(p)}{\left[ p^2 + 2h_1p + (k_1^2 - \Omega^2) \right] \left[ p^2 + 2h_2p + (k_2^2 - \Omega^2) \right] + 4\Omega^2 p^2}.$$

Якщо частота змінювання прискорення значно менша частоти первинних коливань, останній вираз можна спростити:

$$x_1(p) + x'_1(p) = \frac{2(k_2^2 - \Omega^2) \cdot W}{(k_1^2 - \Omega^2)(k_2^2 - \Omega^2)} = \frac{2 \cdot W}{(k_1^2 - \Omega^2)}.$$

Отриманий вираз підтверджує, що результатом складання вхідних сигналів вимірювачів є інформація про лінійне прискорення.

Одержання інформації не лише про кутову швидкість а й про лінійне прискорення розширює функціональні можливості приладу. Додаткова інформація про лінійне прискорення може бути використана, наприклад, для забезпечення своєчасного включення бокових подушок безпеки в автомобілі.

