



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2017124675, 11.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.07.2017

Дата регистрации:  
16.11.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.07.2017

(45) Опубликовано: 16.11.2017 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5,  
СПбГЭТУ, патентный отдел, К.И. Берковской

(72) Автор(ы):

Гупалов Валерий Иванович (RU),  
Шевченко Сергей Юрьевич (RU),  
Кукаев Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский  
государственный электротехнический  
университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова  
(Ленина) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2566655 C1, 27.10.2015. RU  
140046 U1, 27.04.2014. RU 2097772 C1,  
27.11.1997. JPH 1026633 A, 27.01.1998.

(54) **Дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр**

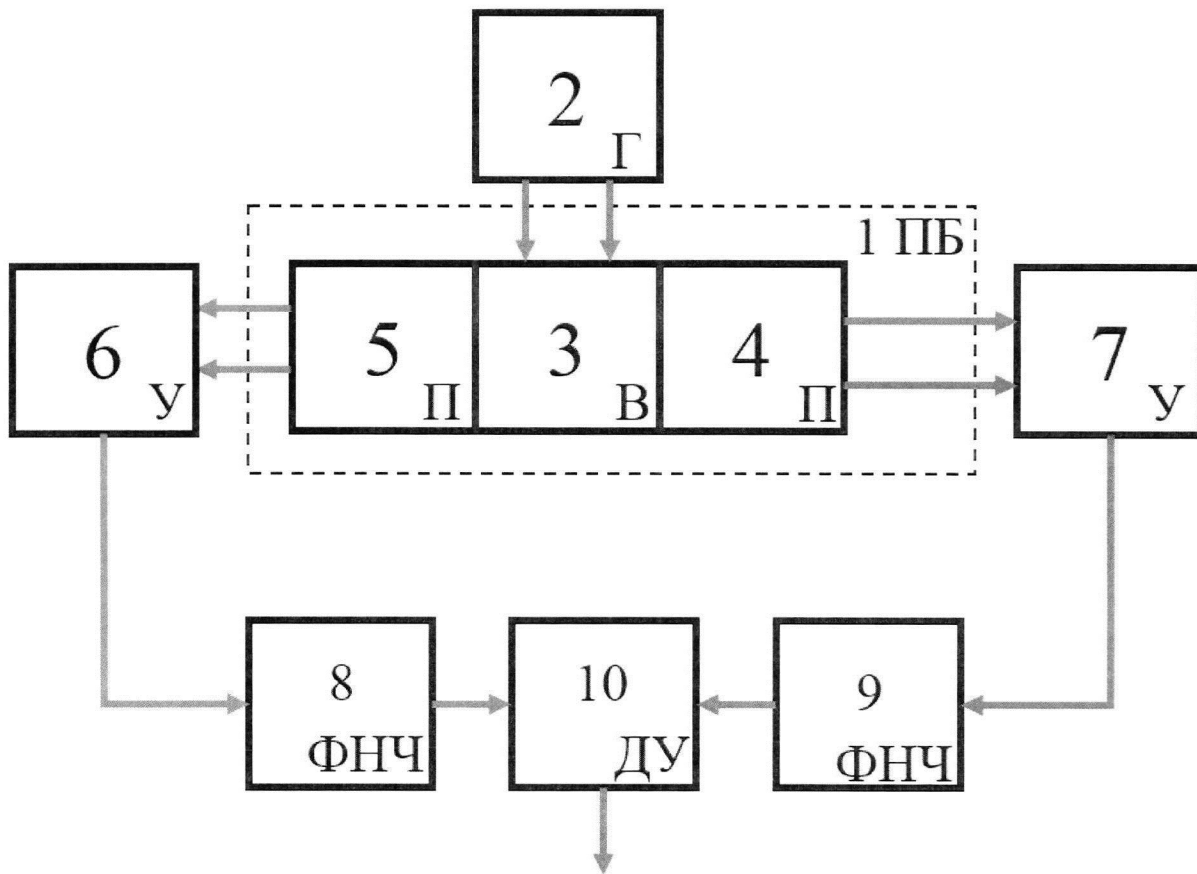
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использована для измерения кажущегося ускорения в системах ориентации и навигации подвижных объектов и путеизмерительных комплексах, а также сейсмических измерениях. Технический результат – повышение чувствительности пьезоэлектронного акселерометра, обладающего расширенным частотным диапазоном (от 0 Гц). Дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр содержит пьезоблок, выходы которого соединены со входами одинаковых усилителей заряда, генератор знакопеременного

сигнала опорной частоты, а пьезоблок включает пьезоэлектрический возбудитель, входы которого соединены с выходами генератора знакопеременного сигнала, причем возбудитель сочленен с идентичными пьезоэлектрическими преобразователями, которые жестко закреплены на основании, дифференциальный усилитель, при этом в усилитель дополнительно введены два идентичных фильтра нижних частот, входы которых соединены с выходами усилителей заряда, а выходы соединены со входами дифференциального усилителя, выход которого является выходом акселерометра. 1 ил.

RU  
175041  
U1

RU  
175041  
U1



Полезная модель относится к области измерительной техники и может быть использована для измерения кажущегося ускорения в системах ориентации и навигации подвижных объектов и путеизмерительных комплексах, а также сейсмических измерениях.

5 Известен пьезоэлектрический виброизмерительный преобразователь [А.с. №634493 СССР, МКИ G01P 15/08. Пьезоэлектрический виброизмерительный преобразователь / Цеханский К.Р., Макеев В.М., Б.И. №43, 1978.], содержащий дифференциальный пьезоэлемент, представляющий собой два идентичных пьезоэлектрических преобразователя и пробную массу, усилитель напряжения, вход которого соединен с  
10 выходом дифференциального пьезоэлемента, инвертирующий усилитель, вход которого соединен с вторым выходом дифференциального пьезоэлемента, сумматор, входы которого соединены с выходами усилителя напряжения и инвертирующего усилителя. Выход сумматора является выходом преобразователя. Дифференциальная схема преобразователя позволяет в два раза повысить чувствительность преобразования, однако только в области виброс частот и не чувствует кажущееся ускорение.

Известны пьезоэлектрические акселерометры [В.М. Шарапов, М.П. Мусиенко, Е.В. Шарапова. Пьезоэлектрические датчики. М.: Техносфера, 2006, с. 632. (с. 496 - с. 527)], которые обладают рядом существенных преимуществ: широкий частотный диапазон, линейная характеристика в широком динамическом диапазоне, высокая стойкость к  
20 воздействиям окружающей среды, высокой точностью в неблагоприятных эксплуатационных условиях, отсутствием движущихся деталей, что гарантирует исключительную долговечность и надежность, а также возможность как макро-, так и микроисполнения. Однако, пьезоэлектрические акселерометры работоспособны только при динамически изменяющихся ускорениях с нижней частотой более 0,5 Гц, т.е. существующие пьезоакселерометры не предназначены для измерения кажущихся и сейсмических ускорений.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является пьезоэлектронный акселерометр, [Патент РФ №2566655, Способ измерения кажущегося ускорения и пьезоакселерометр для его реализации], содержащий пьезоблок, выходы которого  
30 соединены со входами одинаковых усилителей заряда, генератор знакопеременного сигнала опорной частоты, а пьезоблок включает пьезоэлектрический возбудитель, входы которого соединены с выходами генератора знакопеременного сигнала, причем, возбудитель сочленен с идентичными пьезоэлектрическими преобразователями, которые закреплены на основании, а выходы идентичных преобразователей являются выходами пьезоблока, дифференциальный усилитель, входы которого соединены с выходами  
35 усилителей заряда, преобразователь амплитуды в сигнал постоянного тока, вход которого соединен с выходом дифференциального усилителя, а выход является выходом акселерометра.

Недостатком представленного акселерометра является низкая чувствительность, обусловленная нелинейными искажениями переменной составляющей сигнала, вызванная влиянием гистерезиса пьезокерамики, в особенности, при импульсной форме  
40 знакопеременного сигнала.

Задачей, решаемой предлагаемой полезной моделью, является повышение чувствительности акселерометра.

45 Поставленная задача решается за счет того, что предлагаемый дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр, содержащий пьезоблок, выходы которого соединены со входами одинаковых усилителей заряда, генератор знакопеременного сигнала опорной частоты, а пьезоблок включает пьезоэлектрический возбудитель, входы

которого соединены с выходами генератора знакопеременного сигнала, причем возбудитель сочленен с идентичными пьезоэлектрическими преобразователями, которые жестко закреплены на основании, дифференциальный усилитель, отличающийся тем, что в усилитель дополнительно введены два идентичных фильтра нижних частот, входы которых соединены с выходами усилителей заряда, а выходы соединены со входами дифференциального усилителя, выход которого является выходом акселерометра.

Достижимый технический результат: повышение чувствительности пьезоэлектронного акселерометра, обладающего расширенным частотным диапазоном (от 0 Гц).

Предложенная полезная модель базируется на знакочувствительности пьезоэффекта, т.е. изменении знака заряда при замене сжатия на растяжение и изменении знака деформации при изменении направления электрического поля.

Приведена структурная схема дифференциального пьезоэлектронного акселерометра. Она состоит из пьезоблока 1, генератора знакопеременного сигнала 2, пьезоэлектрического возбудителя 3, идентичных пьезоэлектрических преобразователей 4 и 5, усилителей заряда 6 и 7, идентичных фильтров нижних частот 8 и 9, дифференциального усилителя 10.

Дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр работает следующим образом.

Пьезоблок 1 работает следующим образом: возбудитель 3 наводит в идентичных преобразователях 4 и 5, сочлененных с возбудителем 3, одинаковые механические напряжения опорной частоты, которая выше чем верхняя частота спектра кажущегося ускорения. Одновременно, возбудитель 3 является пробной массой, преобразующей кажущееся ускорение в механические противофазные напряжения в идентичных пьезоэлектрических преобразователях 4 и 5, которые суммируются (с учетом знака) с механическими напряжениями опорной частоты. Свойство знакочувствительности пьезоэффекта позволяет суммировать переменное механическое напряжение, создаваемое возбудителем, и медленно меняющееся механическое напряжение, вызванное кажущимся ускорением. Суммарное механическое напряжение является динамически переменным со спектром, расположенным в окрестностях опорной частоты. Поэтому преобразование в электрический сигнал происходит в зоне стабильной чувствительности и без искажений. За счет этого обеспечивается возможность измерения постоянно действующих ускорений (частотой 0 Гц), недоступная для аналогов.

Механические напряжения в идентичных пьезоэлектрических преобразователях 4 и 5 преобразуются в электрические заряды, которые усилителями заряда 6 и 7 преобразуются в напряжения опорной частоты, смещение средней линии которых пропорционально кажущемуся ускорению.

Фильтры нижних частот 8 и 9 пропускают только постоянные составляющие сигналов, на основании которых дифференциальный усилитель 10 формирует выходной сигнал.

Таким образом, решена задача измерения кажущегося ускорения при помощи пьезоэлектрических преобразователей с максимально возможной чувствительностью.

Дифференциальные пьезоэлектронные акселерометры могут быть выполнены как в макро-, так и в микроисполнении.

Приведенное описание полезной модели доказывает достижение технического результата, повышения чувствительности, за счет того, что введенные в конструкцию фильтры нижних частот позволяют перейти от обработки гармонического переменного сигнала к обработке сигнала постоянного тока, исключив тем самым нежелательные искажения, возникающие при его преобразовании.

## (57) Формула полезной модели

Дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр, содержащий пьезоблок, выходы которого соединены со входами одинаковых усилителей заряда, генератор  
5 знакопеременного сигнала опорной частоты, а пьезоблок включает пьезоэлектрический возбудитель, входы которого соединены с выходами генератора знакопеременного сигнала, причем возбудитель сочленен с идентичными пьезоэлектрическими преобразователями, которые жестко закреплены на основании, дифференциальный усилитель, отличающийся тем, что в усилитель дополнительно введены два идентичных  
10 фильтра нижних частот, входы которых соединены с выходами усилителей заряда, а выходы соединены со входами дифференциального усилителя, выход которого является выходом акселерометра.

15

20

25

30

35

40

45

Дифференциальный пьезоэлектронный акселерометр

