



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H01L 41/094 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2017103546, 02.02.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
02.02.2017

Дата регистрации:  
31.07.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.02.2017

(45) Опубликовано: 31.07.2018 Бюл. № 22

Адрес для переписки:  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр.  
38, ИФ СО РАН, отдел патентной и  
изобретательской работы

(72) Автор(ы):

Федоров Александр Семенович (RU),  
Высотин Максим Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение "Федеральный  
исследовательский центр "Красноярский  
научный центр Сибирского отделения  
Российской академии наук" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 3115588 A1, 24.12.1963. US  
6297579 B1, 02.10.2001. WO 2001031172 A3,  
25.04. 2002. US 20040084997 A1, 06.05.2004.

(54) Пьезоэлектрический обратимый преобразователь для создания изгибной деформации

(57) Реферат:

Изобретение относится к пьезоэлектрическим устройствам для обратимого преобразования механического напряжения в электрическое. Технический результат заключается в упрощении конструкции преобразователя и увеличении его эффективности при nano или микро размерах преобразователя. Технический результат достигается тем, что в пьезоэлектрическом

обратимом преобразователе для создания изгибной деформации, преобразователь выполнен из полосок пьезоэлектрического материала, соединенных по толщине между собой так, что электрические поляризации полосок направлены вдоль полосок и навстречу друг другу, а электроды разнесены вдоль полосок относительно друг друга. 1 ил.

RU 2 662 950 C 1

RU 2 662 950 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01L 41/094* (2018.05)

(21)(22) Application: **2017103546, 02.02.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**02.02.2017**

Registration date:  
**31.07.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **02.02.2017**

(45) Date of publication: **31.07.2018** Bull. № 22

Mail address:

**660036, g. Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, str.  
38, IF SO RAN, otdel patentnoj i izobretatelskoj  
raboty**

(72) Inventor(s):

**Fedorov Aleksandr Semenovich (RU),  
Vysotin Maksim Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
nauchnoe uchrezhdenie "Federalnyj  
issledovatel'skij tsentr "Krasnojarskij nauchnyj  
tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii  
nauk" (RU)**

(54) **PIEZOELECTRIC REVERSE TRANSFORMER FOR CREATING BENDING DEFORMATION**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to piezoelectric devices for reversible conversion of mechanical stress to electrical. in the method, the technical result is achieved by the fact that in a piezoelectric reversible transducer, in order to create a bending deformation, the converter is made of strips of a piezoelectric material connected across their width so that the electric

polarizations of the strips are directed along the strips and towards each other, and the electrodes are spaced along the strips relative to each other.

EFFECT: technical result consists in simplifying the design of the converter and increasing its efficiency in case of nano- or micro-dimensions of the converter.

1 cl, 1 dwg

Изобретение относится к устройствам для обратимого преобразования механического напряжения в электрическое и обратно.

Известно устройство для обеспечения электромеханического отклика [з. РСТ/US2000/029260, МПК H01L 41/094, F03G 7/06, опубл. 03.05.2001], включающее в себя два полимерных полотна, соединенные друг с другом вдоль их длины, образуя таким образом изгибающийся элемент. По крайней мере одно из полимерных полотен активируется при приложении к нему электрического поля за счет электрострикционного эффекта, возникающего при повороте полярных привитых частей молекул внутри полимерного полотна. В одном из двух вариантов одно из двух полимерных полотен является активным при приложении к нему электрического поля, а другое полимерное полотно является неактивным при приложении к нему электрического поля. В другом варианте оба из двух полимерных полотен являются активными при приложении к ним электрического поля. При функционировании эти два полимерных полотна попеременно активируются и деактивируются электрическим полем.

Из недостатков данного устройства следует отметить использование квадратичного электрострикционного эффекта вместо линейного пьезоэлектрического, что уменьшает эффективность преобразователя, а также использование полимерных материалов затрудняет изготовление полотен нанометровой толщины и ограничивает рабочий температурный диапазон.

Известен электрострикционный привод [патент США US 20040084997, МПК H01L 41/094, опубл. 6.05.2004], принятый за прототип, в котором используются две соединенные вместе пластины, обладающие электрострикционным эффектом. На обе стороны первой пластины нанесены первый и второй электроды. Аналогично на обе стороны второй пластины нанесены второй и третий электроды. Обе пластины соединены друг с другом по толщине так, что относительное изменение их длины приводит к их изгибу. Первый источник напряжения обеспечивает разность потенциалов между первым и третьим электродами. Второе переменное напряжение прикладывается между вторым и третьим электродом и вызывает относительное удлинение первой пластины и укорочение второй, либо наоборот. Относительное изменение длины обеих пластин вызывает изгиб соединенных вместе пластин в ту или иную сторону в зависимости от приложенного второго напряжения.

Недостаток данного устройства заключается в необходимости расположения трех электродов, как на внешних, так и на промежуточной границе двух соединенных по толщине слоев электрострикционного материала, что является сложным при уменьшении размеров преобразователя до наноразмеров. При этом из-за использования квадратичного электрострикционного эффекта вместо линейного пьезоэлектрического также уменьшается эффективность преобразователя.

Технический результат изобретения заключается в упрощении конструкции преобразователя и увеличении его эффективности при нано- или микроразмерах преобразователя.

Технический результат достигается тем, что в пьезоэлектрическом обратимом преобразователе для создания изгибающей деформации, состоящем из полосок пьезоэлектрического материала, соединенных по толщине между собой, новым является то, что электрические поляризации полосок направлены вдоль них и навстречу друг другу, а электроды разнесены вдоль полосок относительно друг друга.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемый преобразователь отличается тем, что электрические поляризации обеих полосок пьезоэлектрического материала направлены латерально и навстречу друг другу, а электроды разнесены

вдоль полосок относительно друг друга. Эти признаки позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна». При изучении других известных технических решений в данной области техники признаки, отличающие заявляемое изобретение от прототипа, не выявлены, и поэтому они обеспечивают заявляемому техническому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Сущность изобретения поясняется чертежом.

Преобразователь состоит из двух соединенных полосок (1, 2) атомарной толщины с графеноподобной структурой планарного гексагонального нитрида бора (h-BN), электрическая поляризация которых направлена противоположно и вдоль длинных сторон полосок (см. чертеж). При изготовлении преобразователя обе полоски h-BN предварительно накладываются друг на друга с учетом оппозитного направления связей B-N в обеих полосках, а затем свариваются между собой путем создания множества структурных дефектов (7) - вакансий и/или межслоевых атомов при облучении данных полосок пучком высокоэнергетических частиц (ионов или электронов) с энергиями больше 100 эВ. Далее, сваренные по толщине полоски кладутся своими концами на два выступа (3), находящихся на общем основании (4). На разнесенных друг от друга частях полосок напыляются два электрода (5, 6), к которым прикладывается напряжение U.

При работе преобразователя путем прикладывания напряжения к обоим электродам пластины изгибаются в ту или иную сторону в зависимости от знака приложенного напряжения. Это происходит из-за того, что обратные пьезоэлектрические коэффициенты обеих сваренных полосок равны по модулю и обратны по знаку из-за оппозитного направления связей B-N в них. Благодаря хорошим диэлектрическим свойствам пластин h-BN (ширина диэлектрической щели 5.2 эВ) электрическое напряжение, приложенное к ним, практически совпадает. За счет этого напряжения одна из пластин удлиняется, а вторая укорачивается. Жесткое соединение обеих пластин по толщине приводит к изгибу пластин.

Данный изгиб пластин может быть использован для создания изгибных нанопьезорезонаторов, для создания движения жидкости в наноразмерном канале при использовании множества параллельных преобразователей, к которым прикладывается переменное напряжение с разницей фаз между ними, подталкивающих поток жидкости, а также для других применений.

Данный преобразователь может быть использован в обратном режиме для генерации электрической мощности. При прикладывании силы к поверхности пластины она изгибается и за счет прямого пьезоэлектрического эффекта на электродах (5, 6) генерируется электрическое напряжение. Преобразователь в таком режиме может быть использован для преобразования переменного механического напряжения от давления на поверхность (дороги, гидравлическая труба) в переменное электрическое напряжение.

#### (57) Формула изобретения

Пьезоэлектрический обратимый преобразователь для создания изгибной деформации, состоящий из полосок пьезоэлектрического материала, соединенных по толщине между собой, отличающийся тем, что электрические поляризации полосок направлены вдоль них и навстречу друг другу, а электроды разнесены вдоль полосок относительно друг друга.

Пьезоэлектрический обратимый преобразователь для  
создания изгибной деформации

