

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036556**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.11.23**

(21) Номер заявки  
**201800571**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.04.11**

(51) Int. Cl. **H01G 4/008** (2006.01)  
**H01G 4/12** (2006.01)  
**C04B 35/468** (2006.01)

**(54) ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

(31) а **2016 04279**

(32) **2016.04.18**

(33) **UA**

(43) **2019.03.29**

(86) **PCT/UA2017/000038**

(87) **WO 2017/184102 2017.10.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**Е-КОНВЕРТ ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Шуминский Генрих Генрихович,  
Гетман Александр Иванович (UA)**

(74) Представитель:  
**Бутенко Л.В. (RU)**

(56) **UA-C2-85360  
US-A-3426250  
RU-C1-2047925  
US-A-3419759  
US-A-3299332  
US-A-3268783**

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для получения электроэнергии. Генератор электроэнергии, включающий корпус с пакетом электропроводных пластин обоих знаков, разделённых слоем сегнетоэлектрика, при этом в пакете все слои плотно прилегают друг к другу, электропроводные пластины выполнены из разнородных проводников с различной концентрацией свободных электронов: двух различных металлов, например сурьма-висмут, железо-никель, титан-алюминий, или различных сплавов, например хромель-алюмель, хромель-копель, или комбинации металла и сплава, например железо-копель, сурьма-алюмель, висмут-хромель, при этом пакет пластин включает минимально одну элементарную ячейку, которая состоит из одного сегнетоэлектрика и двух разнородных проводников, которые размещены в следующей последовательности: проводниковая пластина - сегнетоэлектрик - отличная от первой проводниковая пластина, а при наличии в пакете больше одной элементарной ячейки они подключены к источнику потребления электрической энергии последовательно, или параллельно, или комбинированно - несколько элементарных ячеек подключены последовательно, а несколько элементарных ячеек подключены параллельно, при этом в качестве сегнетоэлектрика используют сегнетоэлектрик-полупроводник, например нитрит натрия, полупроводниковую керамику на основе титанатов бария, необатов лития, калия, титанатов свинца, бария и др. В случае использования титаната бария, легированного ниобием (Nb), электрическая мощность элементарной ячейки генератора электроэнергии возросла в 2,088 раза по отношению к прототипу. В случае использования титаната бария, легированного лантаном (La), электрическая мощность элементарной ячейки генератора электроэнергии возросла в 1,869 раза.

**036556**  
**B1**

**036556**  
**B1**

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для получения электроэнергии.

Наряду с широко применяемыми традиционными динамическими генераторами электроэнергии известны менее распространенные статические устройства, не содержащие подвижных деталей, в которых используется энергия химических реакций, тепловая энергия, энергия магнитного поля и т.д.

Известно устройство для получения электрической энергии, в котором используется внутренняя энергия активных диэлектриков - сегнетоэлектриков и электретов (см. патент на изобретение UA № 84117, МПК (2006) H01M 6/00; H01G 4/00, опублик. 10.09.2008).

Известное устройство для получения электрической энергии, включающее корпус с пакетами пластин обоих знаков, разделенных слоем сегнетоэлектрика и оборудованных зарядовой пластиной, отделенной от остальных слоев сегнетоэлектрика, при этом зарядовая пластина выполнена из биполярного электрета, например из политетрафторэтилена, поликарбоната, титаната кальция, стекла и др., а качестве сегнетоэлектрика используется стабилизированный монокристаллический сегнетоэлектрик, например, титанат бария, поливинилиденфторид, триглицинсульфат, сегнетова соль, дигидрофосфат калия, ниобат лития, фторберилат аммония и др., при этом пакет пластин включает минимально одну элементарную ячейку, которая состоит из одного электрета, двух пластин сегнетоэлектрика и двух металлических пластин, при этом все слои плотно прилегают друг к другу и размещены в следующей последовательности: металлическая пластина - сегнетоэлектрик - электрет - сегнетоэлектрик - металлическая пластина, а при наличии в пакете более одной элементарной ячейки они чередуются таким образом, что каждая последующая элементарная ячейка размещается по отношению к предыдущей, прилегая одноименными зарядами проводниковой части.

Для успешной работы известного устройства необходима упорядоченная поляризация спонтанно поляризующихся сегнетоэлектриков. Такая поляризация происходит в известном устройстве под действием постоянного электромагнитного поля, которое создается зарядовыми пластинами, роль которых исполняют электреты.

Недостатком известного устройства является малая продолжительность жизни электретов, низкая их стабильность в процессе эксплуатации, а также сложность изготовления электретов и, естественно, их высокая себестоимость.

Известен статический генератор электрической энергии (см. патент на изобретение UA №85360, МПК (2006) H01G 4/12; H01G 4/008; H01G 4/018, опублик. 12.01.2009), в котором электреты не применяются, а упорядочивание поляризации спонтанно поляризующихся сегнетоэлектриков осуществляют с помощью постоянного электромагнитного поля, создаваемого металлическими пластинами, выполненными из разнородных проводников со значительной разницей концентраций свободных электронов.

Статический генератор электрической энергии включает корпус с пакетом металлических пластин обоих знаков, разделенных слоем стабилизированного монокристаллического сегнетоэлектрика, при этом в пакете все слои плотно прилегают друг к другу, а металлические пластины выполнены из разнородных проводников со значительной разницей концентраций свободных электронов - двух различных металлов, например, сурьма-висмут, железо-никель, титан-алюминий, а также различных сплавов, например, хромель-алюмель, хромель-копель, или комбинации металла и сплава, например железо-копель, сурьма-алюмель, хромель-висмут, при этом пакет пластин включает минимально одну элементарную ячейку, которая состоит из одного слоя сегнетоэлектрика и двух разнородных проводниковых пластин, которые размещены в следующей последовательности: проводниковая пластина - сегнетоэлектрик - отличная от первой проводниковая пластина, а при наличии в пакете более одной элементарной ячейки они подключены к источнику потребления электрической энергии последовательно, или параллельно, или комбинированно - несколько элементарных ячеек подключены последовательно, а несколько элементарных ячеек подключены параллельно.

Недостатком известного статического генератора электрической энергии является малая удельная электрическая мощность из-за высокого внутреннего электрического сопротивления элементарных ячеек. Высокое внутреннее сопротивление обусловлено применением сегнетоэлектриков, которые по природе своей являются ярко выраженными диэлектриками с удельным электрическим сопротивлением до 10<sup>16</sup> Ом·см.

Указанный статический генератор выбран прототипом.

Прототип и заявляемый генератор электроэнергии имеют следующие общие признаки:

корпус с пакетом электропроводных пластин обоих знаков, которые разделены слоем стабилизированного монокристаллического сегнетоэлектрика, при этом в пакете все слои плотно прилегают друг к другу;

пакет пластин включает минимально одну элементарную ячейку, изготовленную послойно из сегнетоэлектрика и двух металлических пластин выполненных из разнородных проводников со значительной разницей концентраций свободных электронов, которые размещены в следующей последовательности: проводниковая пластина - сегнетоэлектрик - отличающаяся от первой проводниковая пластина;

элементарные ячейки подключены к источнику потребления электрической энергии последовательно, или параллельно, или комбинированно - несколько элементарных ячеек подключены последова-

тельно, а несколько элементарных ячеек подключены параллельно.

Известно, что существуют сегнетоэлектрики, обладающие одновременно и полупроводниковыми свойствами, так называемые сегнетоэлектрики-полупроводники, занимающие по величине удельного электрического сопротивления (10-2- 107 Ом-см) промежуточное положение между проводниками и диэлектриками. Например, нитрит натрия ( $\text{NaNO}_2$ ), полупроводниковые керамики на основе ниобатов лития, калия, титанатов свинца, бария и многие другие, (см. В.М. Фридкин Сегнетоэлектрики-полупроводники. -М.: Наука, 1976, с. 408 В.В. Иванов, А.А. Богомолов, Сегнетоэлектрики-полупроводники. Калинин. Издательство Калининского университета, 1978 г, с. 96)

В частности, сегнетоэлектрик титанат бария  $\text{BaTiO}_3$  - это диэлектрик с удельным электрическим сопротивлением более 1012 Ом-см, однако его можно превратить в сегнетоэлектрик-полупроводник с удельным сопротивлением 10-103 Ом-см при помощи принудительного восстановления (см. Патент RU 2162457, МПК (7) C04B 35/468, C04B 35/64, опублик. 27.01.2001) или управляя его валентностью (см. Химия твердого тела и современные микро и нанотехнологии. VI Международная конференция. Кисловодск Ставрополь: СевКав-ГТУ, 2006, с. 510 - Золь-гель метод получения полупроводникового титаната бария, легированного оксидом лантана  $\text{Ba1-xLaXTiO}_3$  и оксидом вольфрама  $\text{BaTi1-xWxO}_3$  ( $x=0,001; 0,002$ ) Г.Г. Эмелло, Т.А. Шичкова). Для получения полупроводниковой керамики на основе титаната бария ее легируют. Ионы титана  $\text{Ti}^{4+}$  замещают на ионы  $\text{W}^{6+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$ ,  $\text{Nb}^{5+}$ ,  $\text{Ta}^{5+}$  и др., бария  $\text{Ba}^{2+}$  на ионы  $\text{Mn}^{4+}$ ,  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Nd}^{3+}$ ,  $\text{Y}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$  и другие. Концентрация легирующих элементов обычно не превышает 0,3 атомных %.

В основу изобретения поставлена задача получения электрической энергии за счёт утилизации внутренней энергии используемого вещества.

Поставленная задача решается в генераторе электроэнергии, включающем корпус с пакетом из электропроводных пластин обоих знаков, которые разделены слоем стабилизированного монокристаллического сегнетоэлектрика, в пакете все слои плотно прилегают друг к другу, при этом пакет пластин включает минимально одну элементарную ячейку, изготовленную послойно из сегнетоэлектрика и двух электропроводных пластин, выполненных из разнородных проводников со значительной разницей концентраций свободных электронов, которые размещены в следующей последовательности: проводниковая пластина - сегнетоэлектрик - отличная от первой проводниковая пластина, элементарные ячейки подключены к источнику потребления электрической энергии последовательно, или параллельно, или комбинированно - несколько элементарных ячеек подключены последовательно, а несколько элементарных ячеек подключены параллельно, тем, что стабилизированные монокристаллы сегнетоэлектриков заменяются стабилизированными монокристаллами сегнетоэлектриков-полупроводников, например нитритом натрия, полупроводниковыми керамиками на основе ниобатов лития, калия, титанатов свинца, бария и др., которые снижают внутренне электрическое сопротивление элементарной ячейки и увеличивают удельную электрическую мощность при её подключении к источнику потребления электрической энергии.

Новым в заявляемом устройстве является то, что вместо стабилизированных монокристаллов сегнетоэлектриков используют стабилизированные монокристаллы сегнетоэлектриков-полупроводников, например нитрита натрия, полупроводниковую керамику на основе титанатов бария, ниобатов лития, калия, титанатов свинца и др., которые снижают внутренне электрическое сопротивление элементарной ячейки и увеличивают удельную электрическую мощность при её подключении к источнику потребления электрической энергии.

Причинно-следственная связь между совокупностью заявляемых существенных отличий и достигаемым техническим результатом состоит в следующем:

Использование сегнетоэлектриков-полупроводников с удельным электрическим сопротивлением менее 107 Ом-см в качестве активного элемента элементарной ячейки взамен сегнетоэлектриков - ярко выраженных диэлектриков, с удельным электрическим сопротивлением до 1016 Ом-см позволяет снизить внутреннее электрическое сопротивление элементарной ячейки и получить большие удельные электрические токи на тех же парах токосъёмников элементарной ячейки.

Увеличение удельных электрических токов при неизменной разности потенциалов приводит к естественному росту удельной электрической мощности элементарной ячейки в более чем 2 раза по отношению к прототипу.

Увеличение удельной электрической мощности элементарной ячейки позволяет расширить возможности практического использования заявляемого генератора, как в техническом, так и экономическом планах.

Генератор электроэнергии, состоящий минимально из одной элементарной ячейки, приведен на фиг. 1. Генератор электроэнергии состоит из корпуса 1, внутри которого размещена пара проводников 2, выполненных из разнородных проводников с различной концентрацией свободных электронов, между которыми размещен сегнетоэлектрик-полупроводник 3, через изоляторы 4 проводники 2 подключены к потребителю энергии.

В качестве примеров сегнетоэлектриков-полупроводников, которые используют для изготовления элементов заявляемого генератора электроэнергии, приведены следующие полупроводниковые керамики

на основе титанатов бария:

титанат бария, легированный ниобием (Nb) концентрацией 0,220 атомных % с удельным сопротивлением 6470 Ом·см;

титанат бария, легированный лантаном (La) концентрацией 0,125 атомных % с удельным сопротивлением 883500 Ом·см.

Образец сравнения по прототипу изготавливается с применением титаната бария с удельным сопротивлением 271000000 Ом·см.

В качестве пары разнородных проводников используют железо-никель.

Генератор электроэнергии состоит минимально из одной элементарной ячейки.

Элементарную ячейку изготавливают путем последовательного вакуумного напыления на антиадгезионную подложку площадью 1 дм<sup>2</sup>. Слои проводников формируют толщиной 9-10 мкм, слой сегнетоэлектрика-полупроводника формируют толщиной менее 1 мкм, обеспечивая сплошное беспористое равномерное покрытие.

Пример 1. Изготовление элементарной ячейки образца сравнения по прототипу из титаната бария

На полированную фторопластовую подложку, обработанную полиметилсилоксаном, накладывают шаблон площадью 1 дм<sup>2</sup> и напыляют слой железа толщиной 9-10 мкм. Шаблон убирают и напыляют следующий слой титаната бария, обеспечивая сплошное беспористое равномерное покрытие толщиной до 1 мкм. Затем возвращают шаблон на прежнее место и напыляют слой никеля толщиной 9-10 мкм. Шаблон убирают и с помощью вакуумной присоски отделяют готовый элемент от подложки. С помощью диэтилового эфира удаляют следы полиметилсилоксана с поверхности слоя железа, а остатки диэтилового эфира удаляют обдувом сухим воздухом. Затем помещают элементарную ячейку между клеммами, выполненными из железа и никеля соответственно. Полученный генератор электроэнергии подключают к потребителю энергии.

Пример 2. Изготовление элементарной ячейки из титаната бария легированного ниобием

Элементарная ячейка изготовлена по методике, описанной в примере 1, при этом вместо титаната бария использовали титанат бария легированный ниобием.

Пример 3.

Элементарная ячейка изготовлена по методике, описанной в примере 1, при этом вместо титаната бария использовали титанат бария легированный лантаном.

В таблице приведена зависимость электрической мощности, (мВт), а также величин напряжения (В) и электрического тока (мА) одной элементарной ячейки при внешней нагрузке в 1000 Ом от материалов сегнетоэлектрика - полупроводника относительно образца сравнения по прототипу из титаната бария.

Изучалась длительность работы каждого сегнетоэлектрика-полупроводника, входящего в состав одной элементарной ячейки. В интервале температур от -20 до +110°C каждая элементарная ячейка непрерывно работает на протяжении более 18000 ч.

Таблица

Материал сегнетоэлектрика	Мощность мВт	Напряжение В	Ток, мА
Титанат бария	1.129	1.062	1.063
Титанат бария легированный ниобием (Nb)	2.358	1.060	2.225
Титанат бария легированный лантаном (La)	2.111	1.061	1.990

Как видно из приведенной таблицы, при использовании сегнетоэлектриков-полупроводников электрическая мощность резко возрастает. В случае применения титаната бария легированного ниобием (Nb) электрическая мощность элементарной ячейки генератора электроэнергии возросла в 2,088 раза по отношению к прототипу. В случае применения титаната бария легированного лантаном (La) электрическая мощность элементарной ячейки генератора электроэнергии возросла в 1,869 раза по отношению к прототипу.

Заявляемый генератор электроэнергии обладает значительным преимуществом перед прототипом в вопросах практического применения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Генератор электроэнергии, включающий корпус с пакетом электропроводных пластин обоих знаков, разделённых слоем сегнетоэлектрика, при этом в пакете все слои плотно прилегают друг к другу, электропроводные пластины выполнены из разнородных проводников с различной концентрацией сво-

бодных электронов: двух различных металлов, или сплавов или комбинации металла и сплава, при этом пакет пластин включает по меньшей мере одну элементарную ячейку, которая состоит из одного сегнетоэлектрика и двух разнородных проводников, которые размещены в следующей последовательности: проводниковая пластина - сегнетоэлектрик - отличная от первой проводниковая пластина, отличающийся тем, что в качестве сегнетоэлектрика используется сегнетоэлектрик-полупроводник.

