



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01J 35/065 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017121178, 16.06.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.06.2017

Дата регистрации:
19.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.06.2017

(45) Опубликовано: 19.01.2018 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
Победы, 85, НИУ "БелГУ", ОИС, Цурикова Н.Д.

(72) Автор(ы):

Олейник Андрей Николаевич (RU),
Кубанкин Александр Сергеевич (RU),
Щагин Александр Васильевич (UA),
Каплий Анна Андреевна (UA),
Иващук Олег Орестович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

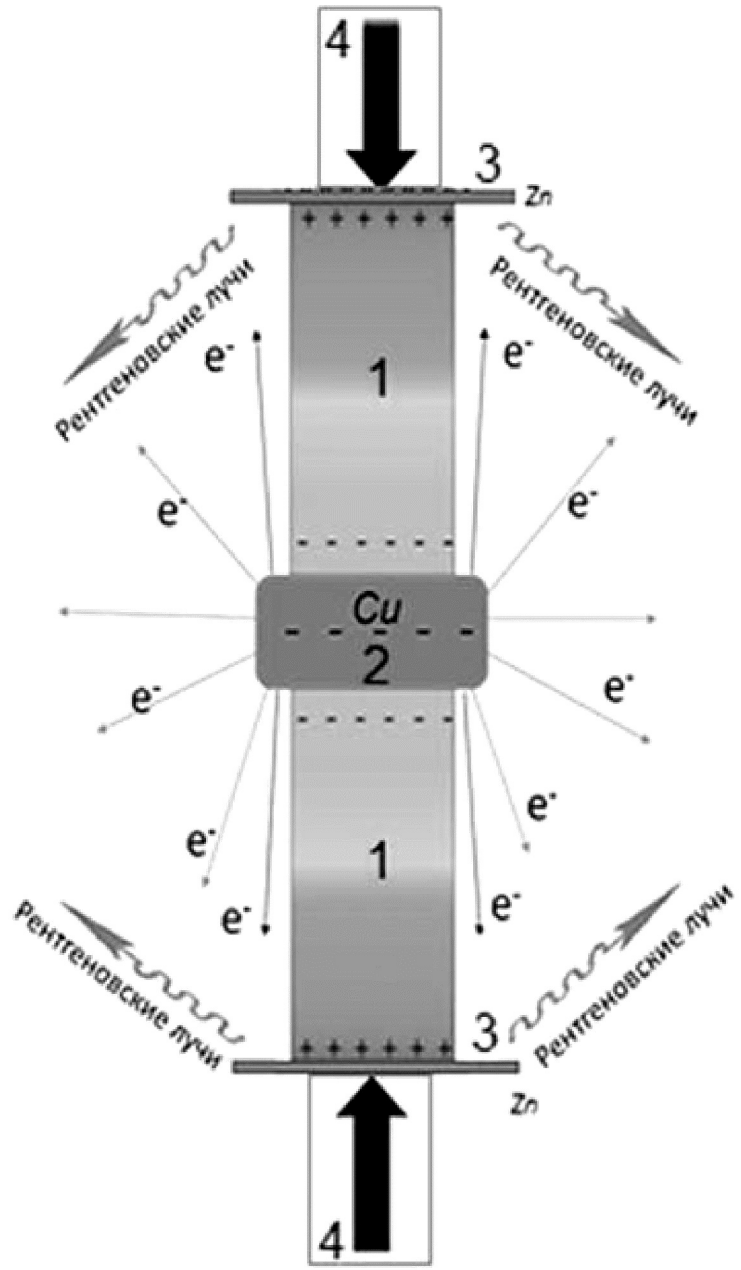
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 9287080 B2, 15.03.2016. RU
2592636 C2, 27.07.2016. RU 2480159 C1,
27.04.2013.

(54) Генератор рентгеновского излучения при деформации пьезоэлектрика в вакууме

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области рентгеновской техники и может быть использована для генерации рентгеновского излучения, применяемого в рентгенографии и рентгеноскопии, рентгенотерапии, рентгеновской дефектоскопии, рентгеноструктурном и рентгенофлуоресцентном анализе. Устройство содержит два пьезоэлемента, соединенные между собой через катод в виде высоковольтного электрода, анод, выполненный в виде двух заземленных электродов, и два актюатора, которые заземлены и не изолированы от высоковольтного электрода, кроме того, пьезоэлементы, высоковольтный и заземленный электроды находятся в вакууме, а актюаторы расположены вне вакуума. Предлагаемое

устройство найдет применение в рентгенотерапии - разделе лучевой терапии, охватывающем теорию и практику лечебного применения рентгеновских лучей, генерируемых при напряжении 20-60 кВ. Также предлагаемое устройство может использоваться для рентгенофлуоресцентного анализа различных структур, калибровки различных рентгеновских приборов. Независимость устройства от электрических источников питания делает его выгодным инструментом для применения в полевых и экстремальных условиях. Также предлагаемое устройство может использоваться в рентгеновской дефектоскопии - выявление дефектов в изделиях с помощью рентгеновских лучей.



Фиг. 1

Генератор рентгеновского излучения при деформации пьезоэлектрика в вакууме.

Полезная модель относится к области рентгеновской техники и может быть использована для генерации рентгеновского излучения, применяемого в рентгенографии и рентгеноскопии, рентгенотерапии, рентгеновской дефектоскопии,

5 рентгеноструктурном и рентгенофлуоресцентном анализе.

Наиболее распространённый и традиционный способ генерации рентгеновского излучения – это рентгеновские трубки, применяющие высокое напряжения к катоду, который эмитирует электроны. Электроны, в свою очередь, под действием разницы потенциалов между катодом и анодом ускоряются на анод и при торможении в нем

10 производят рентгеновское излучение. Одним из первых подобных устройств, работа которых основана на таком принципе, является «Рентгеновская трубка», описанная в патенте US 1946312 А (публ. 06.02.1934 г.). А в более поздней работе с таким же названием «Рентгеновская трубка», описанная в патенте US 3649861 А (публ. 14.03.1972 г.), предлагается создание такой конструкции, которая позволяет реализовать два

15 фокусных пятна в одной рентгеновской трубке.

В дальнейшем, схема генерации рентгеновского излучения неоднократно модернизировалась, но основной принцип действия сохранялся. Например, одно из последних известных изобретений «Источник рентгеновского излучения, способ генерации рентгеновского излучения, а также применение источника рентгеновского

20 излучения, испускающего монохроматическое рентгеновское излучение», описанный в патенте RU 2608189 (публ. 17.01.2017 г.), предполагает использование аэрогеля в качестве мишени для генерации монохроматического рентгеновского излучения.

Общими недостатками традиционных устройств являются большие энергозатраты, связанные, прежде всего, с необходимостью применения блока высоковольтного

25 питания и прогрева катода до высоких температур.

Другой известный способ генерации рентгеновского излучения основан на применении пирозлектрического эффекта в пирозлектрических кристаллах. Данный эффект заключается в том, что при изменении температуры пирозлектрического кристалла, на поверхности кристалла генерируется высокий потенциал, знак которого зависит от

30 направления изменения температуры и используется для ускорения электронов к мишени или к кристаллу и дальнейшей генерации рентгеновского излучения при торможении электронов. На таком принципе работы основано устройство под названием «Рентгеновская трубка», описанное в патенте US 3840748 А (публ. 08.10.1974 г.).

Недостатком этого способа, основанного на пирозлектрическом эффекте, является

35 нестабильность процесса генерации излучения в пирозлектрических кристаллах при изменении их температуры.

Известны устройства, в которых для генерации рентгеновского излучения предлагается использовать источник высокого напряжения, работающий на пьезоэлектрическом эффекте. Одно из таких устройств, под названием «Метод и система

40 для высоковольтного пьезоэлектрического источника рентгеновского излучения», описано в патенте US 9287080 В2 (публ. 15.03.2016 г.) и является наиболее близким к предлагаемому устройству. Такое техническое решение предназначено для генерации рентгеновского излучения и состоит из: рентгеновской вакуумной камеры, в которой расположен сам механизм данного устройства, пьезоэлектрического цилиндра,

45 расположенного внутри цилиндрической камеры, который подвергается импульсному или сжимающему вибрационному воздействию. В результате такого воздействия, пьезоэлектрический материал индуцирует заряд, пропорциональный напряжению, входной силе колебаний или импульсу, который скапливается на катоде. Электроны

ускоряются от катода и производят рентгеновское излучение в аноде внутри цилиндрической керамики. При этом высоковольтный конец цилиндрической керамики подвергается силе от актюатора через изолятор.

5 Недостатком описанного устройства является обязательное использование высоковольтного источника питания и изоляционных материалов между элементами конструкции.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является создание устройства, позволяющего генерировать рентгеновское излучение путем деформации пьезоэлементов в условиях вакуума.

10 Поставленная задача решается с помощью предлагаемого устройства, генератора рентгеновского излучения при деформации пьезоэлектрика в вакууме, содержащего пьезоэлемент, катод, анод и актюатор, причем устройство содержит два пьезоэлемента соединенные между собой через катод в виде высоковольтного электрода, анод выполненный в виде двух заземленных электродов и два актюатора, которые заземлены
15 и не изолированы от высоковольтного электрода, кроме того, пьезоэлементы, высоковольтный и заземленный электроды находятся в вакууме, а актюаторы расположены вне вакуума.

Предлагаемое устройство отличается от прототипа тем, что пьезоэлементы, высоковольтный и заземленный электроды находятся в вакууме, а актюаторы
20 расположены вне вакуума и заземлены, также не требуется изоляционный материал между высоковольтным электродом и актюаторами, что позволяет уменьшить емкость между высоковольтным электродом и землей, и увеличивает напряжение, энергию электронов, ускорение которых осуществляется снаружи пьезоэлементов, а не внутри, как в прототипе и, как следствие, увеличивает энергию генерируемого рентгеновского
25 излучения.

Первое преимущество предлагаемой полезной модели заключается в отсутствии каких-либо электромагнитного и термического воздействий, как в рентгеновских трубках с термокатодом или пироэлектрических источниках, на источник электрического поля (пьезоэлементы), что позволяет осуществлять генерацию рентгеновского излучения
30 при существенно меньших энергозатратах. Второе преимущество состоит в отсутствии внешнего блока высоковольтного питания, потому что высокое напряжение вырабатывается внутри вакуумной металлической камеры. Третье преимущество заключается в высоковольтной безопасности, потому что в случае нарушения вакуума заряд с высоковольтного электрода стекает на землю и высокое напряжение исчезает.
35 Четвертое преимущество заключается в возможности генерировать рентгеновской излучение как при увеличении силы воздействия на пьезоэлементы (при этом анодом служит, например, высоковольтный электрод), так и при уменьшении силы воздействия (при этом анодом служат, например, заземленный электрод). Пятое преимущество заключается в отсутствии изолятора между высоковольтным электродом и актюатором,
40 что позволяет уменьшить емкость и увеличить энергию генерируемого рентгеновского излучения.

Технический результат предлагаемого устройства заключается в увеличении генерации рентгеновского излучения, за счет использования высоковольтного электрода между пьезоэлементами для сбора индуцируемого заряда и механизма деформации находящихся
45 в вакууме пьезоэлементов. Данный механизм заключается в контролируемом воздействии на пьезоэлементы только внешней силой и не предусматривает каких-либо электромагнитных и термических воздействий.

Полезная модель поясняется чертежом.

Фиг. 1 - функциональная схема устройства.

Устройство состоит из двух пьезоэлементов 1, высоковольтного электрода 2, двух заземленных электродов 3 и двух актюаторов 4.

5 Пьезоэлементы (сегнетоэлектрические, пьезоэлектрические кристаллы или пьезоэлектрическая керамика) 1 выполнены в форме цилиндра или параллелепипеда и соединены между собой через высоковольтный электрод 2, изготовленный из проводящего материала. Высоковольтный электрод 2 предназначен для генерации высокого напряжения. Заземленные электроды 3 представляют собой тонкие
10 металлические пластины и заземлены через провод, соединенный с общей землей. С поверхности заземленных электродов 3 происходит ускорение электронов и генерация рентгеновского излучения. Механизм деформации реализуется путем непосредственного воздействия на пьезоэлементы 1. Актюаторы 4 представляют собой металлические цилиндры и обеспечивают связь механизма деформации, находящегося вне вакуумной камеры с пьезоэлементами 1, которые расположены внутри вакуумной камеры.
15 Устройство механизма деформации зависит от способа конкретного применения, а сила воздействия является контролируемой. Возможно осуществление механизма деформации с помощью электродеформационной машины или с помощью дополнительных пьезодвигателей.

20 Работает устройство при давлении остаточного газа в вакуумной камере 0.001 – 1000 мТорр. Пьезоэлементы 1, высоковольтный электрод 2, и два заземленных электрода 3 помещены в вакуумную камеру, а два актюатора 4 расположены вне вакуумной камеры. При приложении механической силы к актюаторам 4, осуществляя механизм деформации, пьезоэлементы 1 вырабатывают заряд, при этом пьезоэлементы 1 должны быть ориентированы так, чтобы в центре потенциал был отрицательным, а на
25 противоположных концах пьезоэлементов 1 потенциал был положительным. Отрицательный потенциал на высоковольтных электродах 2, позволяет ускорить электроны в направлении от высоковольтных электродов 2 к заземленным электродам 3. Ускоренные электроны, попадая в стенки вакуумной камеры или на специальную мишень, генерируют рентгеновское излучение элементов, которые входят в состав
30 стенки вакуумной камеры или специальной мишени. Деформацию определяет величина напряжения, равная отношению, приложенной силы к площади пьезоэлементов 1. При снятии нагрузки, приложенной к актюаторам 4, на высоковольтном электроде 2 вырабатывается положительный потенциал, в результате чего, электроны ускоряются на высоковольтный электрод 2 и производят рентгеновское излучение при торможении
35 в заземленном электроде 3. При увеличении силы воздействия на пьезоэлементы 1 высоковольтный электрод выступает в роли катода, а заземленный электрод – в роли анода, а при уменьшении прикладываемой силы высоковольтный электрод выступает в роли анода, а заземленный электрод – в роли катода.

40 В качестве примера осуществления работы предлагаемого устройства, использовались пьезоэлементы 1, выполненные из цирконата-титаната-бората свинца (ЦТБС-3м) в виде цилиндров размером 8 мм Ч 15 мм. Высоковольтный электрод 2 был изготовлен из меди (Cu) размером 9 мм Ч 5 мм. Заземленный электрод 3 представляет собой тонкую пластину в форме диска из цинка (Zn) размером 50 мм Ч 1 мм. Актюаторы 4 размером 20 мм Ч 200 мм выполнены в форме цилиндров из алюминиевого сплава Д16Т. При
45 воздействии на пьезоэлементы 1 механическим напряжением 100 Мпа было получено рентгеновское излучение с энергией до 50 keV, интегральной интенсивностью до 105 фотонов в секунду в течении 40 секунд.

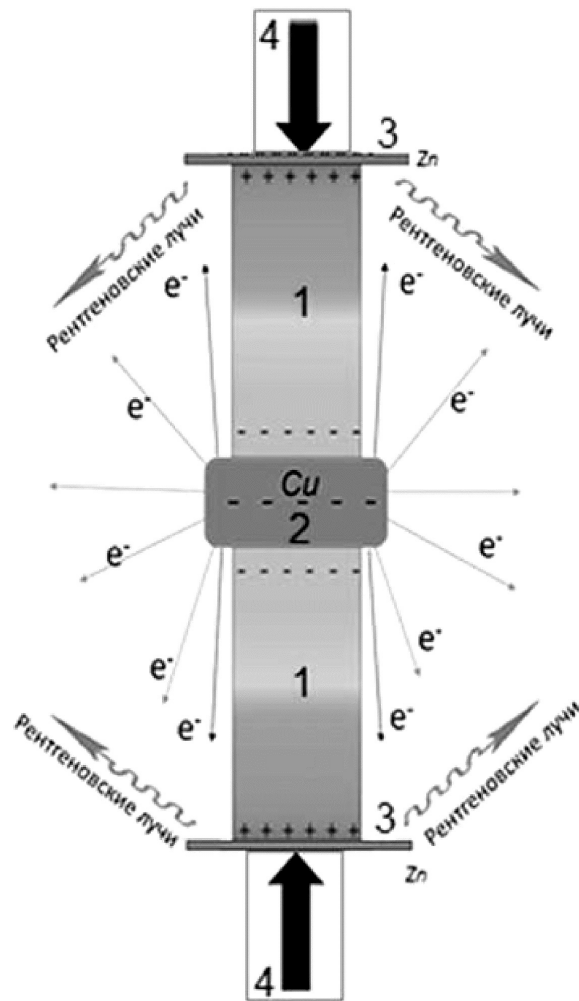
Предлагаемое устройство найдет применение в рентгенотерапии - разделе лучевой

терапии, охватывающий теорию и практику лечебного применения рентгеновских лучей, генерируемых при напряжении 20-60 кВ. Также предлагаемое устройство может использоваться для рентгенофлуоресцентного анализа различных структур, калибровки различных рентгеновских приборов. Независимость устройства от электрических источников питания делает его выгодным инструментом для применения в полевых и экстремальных условиях. Также предлагаемое устройство может использоваться в рентгеновской дефектоскопии – выявление дефектов в изделиях с помощью рентгеновских лучей. С помощью данного устройства возможно получать высокое напряжение, которое позволит ускорять заряженные частицы в заданном направлении, что найдет применение в научных исследованиях.

(57) Формула полезной модели

1. Генератор рентгеновского излучения при деформации пьезоэлектрика в вакууме, содержащий пьезоэлемент, катод, анод и актюатор, отличающийся тем, что устройство содержит два пьезоэлемента, соединенные между собой через катод в виде высоковольтного электрода, анод, выполненный в виде двух заземленных электродов, и два актюатора, которые заземлены и не изолированы от высоковольтного электрода, кроме того, пьезоэлементы, высоковольтный и заземленный электроды находятся в вакууме, а актюаторы расположены вне вакуума.

Генератор рентгеновского излучения
при деформации пьезоэлектрика в вакууме



Фиг. 1