



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01J 35/00* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017127688, 02.08.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
02.08.2017

Дата регистрации:  
13.02.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.08.2017

(45) Опубликовано: 13.02.2018 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Никулин Иван Сергеевич (RU),  
Кубанкин Александр Сергеевич (RU),  
Мишунин Максим Вадимович (RU),  
Каплий Анна Андреевна (UA)

(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: RU 2308781 C2, 20.10.2007. RU  
169040 U1, 02.03.2017. RU 2586621 C2,  
10.06.2016. US 8542799 B1, 24.09.2013.

(54) Генератор рентгеновского излучения

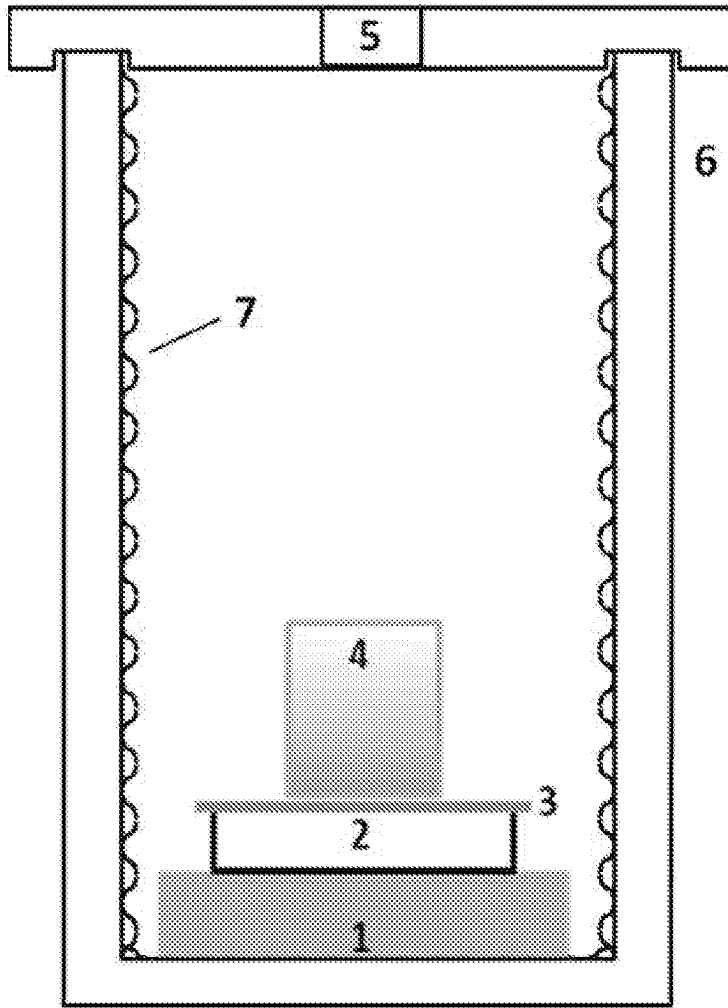
(57) Реферат:

Полезная модель генератор рентгеновского излучения относится к области рентгеновской техники и может быть использована для генерации рентгеновского излучения, применяемого в рентгенографии и рентгеноскопии, рентгеновской дефектоскопии, рентгеноструктурном и рентгенофлуоресцентном анализе. Генератор содержит пироэлектрический кристалл, элемент Пельтье, теплопроводы, бериллиевое окно вывода генерируемого излучения, герметичный корпус. Корпус

выполнен из титана и имеет высокоразвитую внутреннюю поверхность. Предлагаемое техническое решение, позволит продлить срок службы устройств подобного рода, а в случае нарушения герметичности, которое может привести к временному внештатному натеканию, высокоразвитая внутренняя поверхность титанового корпуса, адсорбирует молекулы и восстановит необходимое давление для нормальной работы прибора.

RU 177198 U1

RU 177198 U1



Фиг. 1

Полезная модель генератор рентгеновского излучения относится к области рентгеновской техники и может быть использована для генерации рентгеновского излучения, применяемого в рентгенографии и рентгеноскопии, рентгеновской дефектоскопии, рентгеноструктурном и рентгенофлуоресцентном анализе.

5 Известно устройство под названием «Кристаллический генератор высокой энергии и его применение», описанное в патенте US №7741615 В2 (публ. 22.06.2010 г.). Изобретение представляет собой высокоэнергетический генератор пучков электронов и ионов на основе сегнетоэлектрического кристалла. Обеспечивается это путем нагрева кристалла или воздействием внешних электромагнитных полей. Нагрев или охлаждение  
10 сегнетоэлектрического кристалла в вакууме вызывает связанный заряд, накапливаемый на гранях кристалла, который является нормальным к поляризации. Незначительное изменение температуры приводит к образованию существенного электростатического поля и излучению высокой энергии.

Известно устройство под названием «Генератор рентгеновского излучения,  
15 использующий гемиморфный кристалл», описанное в патенте US №7729474 В2 (публ. 01.06.2010 г.). В данной работе описано устройство генератора рентгеновского излучения, основанного на применении гемиморфного кристалла, который подвергался температурному воздействию. При нагревании или охлаждении кристалла с помощью элемента Пельтье, вокруг кристалла образуется сильное электрическое поле.  
20 Технический результат такого устройства заключается в способности создавать стабильный поток рентгеновского излучения в течение длительного времени без использования крупногабаритного оборудования.

Также, известно устройство под названием «Генератор рентгеновского излучения, использующий кристалл гемиморфной формы», описанное в патенте JP №2005285575  
25 А (публ. 13.10.2005 г.). Разработанное устройство предназначено для генерации рентгеновского излучения с использованием гемиморфного кристалла, такого как LiNbO<sub>3</sub> или LiTaO<sub>3</sub> и элемента Пельтье, позволяющего влиять на температуру кристалла и тем самым изменять величину и направление вектора поляризации, который указывает на область, где индуцируется заряд. В результате осуществления такого режима работы  
30 устройства образуется разность потенциалов, которая обеспечивает образование рентгеновского излучения. Технический результат такого изобретения состоит в непрерывном генерировании рентгеновского излучения.

Существуют устройства, предназначенные для создания и поддержания высокого вакуума, за счет адсорбции проникающих в вакуумированный объем молекул - геттеры,  
35 геттерные элементы, которые включают в вакуумные приборы, системы как отдельные конструкционные элементы. Чтобы такое устройство выполняло свою функцию - поддержание высокого вакуума, его необходимо активировать. Активация геттера, геттерного элемента осуществляется при его нагреве до определенной температуры.

Одним из известных устройств, направленных на нейтрализацию молекул,  
40 проникающих со временем в устройство и ухудшающих вакуум, является «Геттерный элемент», описанный в патенте RU №2379780 (публ. 20.01.2010 г.). Изобретение состоит из пористого геттерирующего вещества, на поверхность которого нанесена несплошная металлическая пленка. С двух противоположных сторон геттерного элемента к крайним областям несплошной металлической пленки выполнены омические контакты, к  
45 которым подведен электрический ток. Поскольку металлическая пленка выполняется несплошной, то через участки, не покрытые металлом, происходит поглощение остаточных газов, находящихся в вакуумном объеме, что и обеспечивает высокий вакуум.

Известны «Пористые газопоглощающие устройства со сниженной потерей частиц и способ их изготовления», описанные в патенте RU №2253695 (публ. 10.06.2005 г.). Изобретение относится к способу изготовления пористых газопоглощающих (геттерных) устройств и направлено на обеспечение и поддержание высокого вакуума, путем формирования на поверхности пористого газопоглощающего тела покрытия толщиной порядка 0,5 мкм.

Также, известно изобретение под названием «Нанокompозитная газопоглощающая структура и способ ее получения», описанное в патенте RU №2523718 (публ. 20.07.2014 г.). Техническое решение, предназначенное для поддержания вакуума в различных приборах, представляет собой кремниевую подложку с центрами кристаллизации на поверхности, на которых выращен слой активного металла или сплава с развитой поверхностью, что обеспечивает сорбционную способность и поддержание высокого вакуума.

Известно устройство под названием «Генератор рентгеновского излучения COOL-X» (<http://amptek.com/products/cool-x-pyroelectric-x-ray-generator/>), которое производится в США фирмой Amptek. COOL-X представляет собой миниатюрный рентгеновский генератор, который использует пьезоэлектрический кристалл для генерации электронов. Герметичный металлический корпус источника имеет тонкое бериллиевое окно, предназначенное для вывода рентгеновских лучей. COOL-X не содержит радиоизотопы или источники питания высокой мощности. Это автономная, твердотельная система, которая генерирует рентгеновское излучение, когда на кристалл воздействуют термически. При периодическом использовании в течение примерно 1-3 часов в день расчетный срок службы COOL-X составит более 1000 часов. Постоянное использование COOL-X сократит срок службы примерно до 200 часов.

К общим недостаткам известных технических решений следует отнести ухудшение показателей вакуума в процессе эксплуатации устройства, что приводит к уменьшению интенсивности генерируемого излучения, а также отсутствие возможности улучшения показателей вакуума без энергозатрат или применения дополнительных конструктивных элементов.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение является создание устройства, позволяющего генерировать рентгеновское излучение, интенсивность которого, менялась бы незначительно на протяжении всего периода эксплуатации, тем самым увеличивая срок службы прибора.

Поставленная задача решается с помощью предлагаемого генератора рентгеновского излучения, содержащего пьезоэлектрический кристалл, элемент Пельтье, теплопроводы, бериллиевое окно вывода генерируемого излучения и герметичный корпус, причем корпус выполнен из титана и имеет высокоразвитую внутреннюю поверхность.

Преимущество предлагаемой полезной модели заключается в генерации рентгеновского излучения и незначительном изменении его интенсивности, за счет стабильного поддержания высокого уровня вакуума на протяжении всего периода эксплуатации устройства. Это достигается за счет адсорбции молекул высокоразвитой внутренней поверхностью герметичного титанового корпуса, которая выполняет функцию геттерного элемента, что позволяет длительное время сохранять первоначальную интенсивность излучения и увеличивает срок эксплуатации приборов. При этом не происходит энергозатрат на поддержание уровня вакуума в системе и не требуется дополнительных конструктивных элементов.

Технический результат заключается в генерации рентгеновского излучения и незначительном изменении его интенсивности на протяжении всей работы устройства,

что увеличивает срок эксплуатации прибора. Это достигается посредством постоянной адсорбции молекул газа, отрицательно влияющих на показатели вакуума, высокоразвитой внутренней поверхностью герметичного титанового корпуса, предлагаемого генератора рентгеновского излучения, которая выполняет функцию геттерного элемента.

Полезная модель поясняется чертежом.

Фиг. 1 - функциональная схема устройства.

Устройство состоит из теплопровода 1, элемента Пельтье 2, теплопровода 3, пироэлектрического кристалла 4, бериллиевого окна вывода генерируемого излучения 5 и герметичного титанового корпуса 6 с высокоразвитой внутренней поверхностью 7 (Фиг. 1).

Пироэлектрический кристалл 4, например, ниобат лития ( $\text{LiNbO}_3$ ) или танталат лития ( $\text{LiTaO}_3$ ), представляет собой цилиндр, высотой и диаметром около 10 мм.

Пироэлектрический кристалл 4 крепится к теплопроводу 3 с помощью

электропроводящего клея. Теплопровод 3, расположенный между пироэлектрическим кристаллом 4 и элементом Пельтье 2, представляет собой пластину, площадь поверхности которой больше, чем площадь поверхности элемента Пельтье 2.

Теплопровод 3 должен быть обязательно заземлен, а его конструкция зависит от формы пироэлектрического кристалла 4, так как через теплопровод 3 осуществляется перенос

тепла между элементом Пельтье 2 и пироэлектрическим кристаллом 4. Элемент Пельтье 2 осуществляет изменение температуры пироэлектрического кристалла 4 и соединен с

теплопроводом 1 с помощью теплопроводящего клея. Теплопровод 1 представляет

собой металлическую пластину и осуществляет отвод избыточного тепла от пироэлектрического кристалла 4. Бериллиевое окно вывода генерируемого излучения

5 представляет собой тонкую бериллиевую фольгу толщиной порядка 0.1 мм.

Герметичный титановый корпус 6 генератора рентгеновского излучения, имеющий высокоразвитую внутреннюю поверхность 7, образованную пескоструйной обработкой, отжигом и последующим химическим травлением, выполнен из высокочистого титана.

Высокоразвитая внутренняя поверхность 7 герметичного титанового корпуса 6

адсорбирует молекулы газа при нагреве, и выполняет роль геттерного элемента.

Для генерации рентгеновского излучения на элемент Пельтье 2 подается питание.

Благодаря возникающему эффекту Пельтье, температура нижней поверхности пироэлектрического кристалла 4 изменяется. При этом, за счет пироэлектрического эффекта, на поверхностях пироэлектрического кристалла 4, образуются

противоположные по знаку заряды, которые являются источниками электрического поля, используемого для ускорения электронов и ионизации молекул остаточного газа.

Тепло, выделяющееся с противоположной стороны к теплопроводу 3 и

пироэлектрическому кристаллу 4, нагревающейся стороны элемента Пельтье 2,

поглощается теплопроводом 1. При бомбардировке пироэлектрического кристалла 4 ускоренными электронами, образуется рентгеновское излучение, часть которого

проходит через бериллиевое окно вывода генерируемого излучения 5 и регистрируется детектором. В процессе эксплуатации генератора рентгеновского излучения, за счет

натекания молекул воздуха и сублимации вещества с внутренних поверхностей

устройства, уровень вакуума снижается (давление газа повышается), что приводит к

существенному изменению интенсивности генерируемого излучения. За счет работы

элемента Пельтье 2 происходит нагрев высокоразвитой внутренней поверхности 7

герметичного титанового корпуса 6 прибора, которая адсорбирует образующиеся со временем молекулы находящиеся внутри герметичного титанового корпуса 6. Это

обеспечивает поддержание в конструкции генератора рентгеновского излучения высокого вакуума, который является одним из основных условий корректной работы устройства и определяет продолжительность его эксплуатации.

Примеры конкретного использования:

5 Для осуществления работы генератора рентгеновского излучения использовался пирозлектрический кристалл 4 танталата лития ( $\text{LiTaO}_3$ ) следующих размеров: диаметр - 20 мм, высота - 10 мм. Элемент Пельтье 2 размером (25×25) мм<sup>2</sup> с выделяемой мощностью 15 Вт. Теплопровод 3, расположенный между пирозлектрическим кристаллом 4 и элементом Пельтье 2, представлял собой пластину из меди толщиной  
10 1.5 мм. А теплопровод 1, прикрепленный к элементу Пельтье 2, был изготовлен из меди в виде пластины толщиной 120 мм. Была получена интенсивность излучения порядка 10<sup>6</sup> отсчетов/с в полный телесный угол, которая регистрировалась детектором при прохождении рентгеновских лучей через бериллиевое окно вывода генерируемого излучения 5. Все конструкционные элементы находились под герметичным титановым  
15 корпусом 6 толщиной 2 мм, а толщина высокоразвитой внутренней поверхности 7 составляла 0.01 мм. Для определения эффективности работы предлагаемой полезной модели были проведены испытания по определению изменения интенсивности излучения в процессе эксплуатации описываемого прибора. Испытания показали, что в процессе длительной эксплуатации в течение 400 часов непрерывной работы падение  
20 интенсивности генерируемого излучения составило не более 2%, при этом уровень вакуума не изменялся.

Генератор рентгеновского излучения найдет применение в рентгенографии и рентгеноскопии, рентгеновской дефектоскопии, рентгеноструктурном и рентгенофлуоресцентном анализе. Предлагаемое техническое решение, позволит  
25 продлить срок службы устройств подобного рода, а в случае нарушения герметичности, которое может привести к временному внештатному натеканию, высокоразвитая внутренняя поверхность титанового корпуса, адсорбирует молекулы и восстановит необходимое давление для нормальной работы прибора.

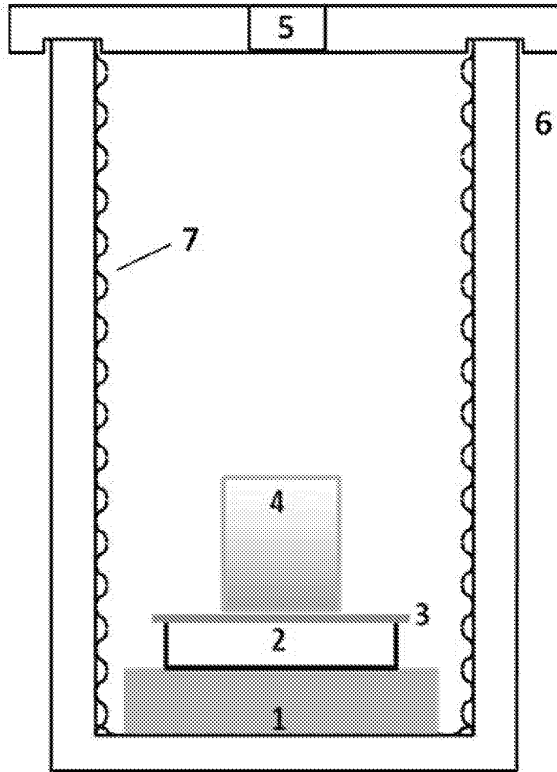
30 (57) Формула полезной модели

Генератор рентгеновского излучения, содержащий пирозлектрический кристалл, элемент Пельтье, теплопроводы, бериллиевое окно вывода генерируемого излучения, герметичный корпус, отличающийся тем, что корпус выполнен из титана и имеет  
35 высокоразвитую внутреннюю поверхность.

40

45

Генератор рентгеновского излучения



Фиг. 1