

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016121169, 30.05.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.05.2016Дата регистрации:
21.02.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.05.2016

(45) Опубликовано: 21.02.2017 Бюл. № 6

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Вохмянина Кристина Анатольевна (RU),
Каплий Анна Андреевна (RU),
Кубанкин Александр Сергеевич (RU),
Сотникова Валентина Сергеевна (RU),
Нажмудинов Рамазан Магомедшапиевич
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

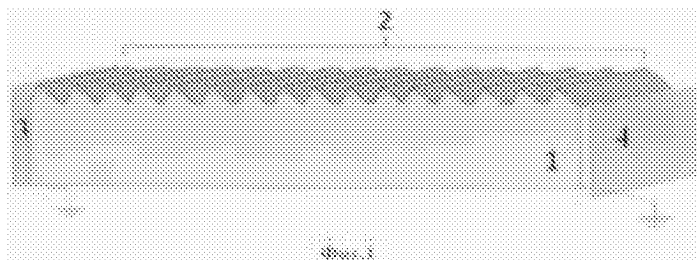
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1557603 A1, 15.04.1990. RU
2462009 C1, 20.09.2012. EP 2848099 A1,
18.03.2015. US8183526 B1, 22.05.2012.

(54) Диэлектрический рельефный дефлектор пучка электронов

(57) Реферат:

Полезная модель диэлектрический рельефный дефлектор пучка электронов относится к электронной технике, в частности к технике электрических вакуумных приборов и может быть использована для управления пространственными и угловыми параметрами пучков заряженных частиц. На одной стороне диэлектрической пластины сформирован одномерный периодический рельеф, который покрыт тонким слоем металла и не заземлен. Входной торец диэлектрической пластины экранирован металлической заземленной пластиной, а выходной торец или экранирован, аналогично входному торцу, или не экранирован

металлической заземленной пластиной, при этом заземленные экранирующие металлические пластины не имеют механического контакта с рельефной незаземленной металлизированной поверхностью диэлектрической пластины. Устройство найдет применение в разного рода технике, где требуются манипуляции пучком заряженных частиц: в медицинских ускорителях, устройствах досмотрового контроля, в исследовательских ускорителях (коллайдерах, синхротронах) и т. д., а в случае необходимости может служить в качестве усилителя генерации монохроматического излучения Смита-Парселла в субмиллиметровом диапазоне.



Полезная модель диэлектрический рельефный дефлектор пучка электронов относится к электронной технике, в частности к технике электрических вакуумных приборов и может быть использовано для управления пространственными и угловыми параметрами пучков заряженных частиц.

5 Известна система отклонения электронного пучка, описанная в патенте US №3660658 (А) (публ. 02.05.1972 г.). Устройство предназначено для отклонения электронного пучка в ускорителе частиц, в котором управление пучком заряженных частиц основано на
10 воздействии магнитным полем. Однако использование магнитного поля требует больших энергетических затрат, и тем самым резко увеличивает объем устройства в котором используется. Данные недостатки особо заметны при применении таких систем для
управления пучками заряженных частиц с энергией 10 МэВ и выше.

Известен способ управления пучками заряженных частиц с энергией от 1 ГэВ и выше, основанный на явлении каналирования (В.М. Бирюков и др. Управление пучками
15 заряженных частиц высоких энергии при помощи изогнутых монокристаллов, УФН, том 164, №10). Данный способ позволяет изменять направление распространения пучка заряженных частиц без каких-либо затрат энергии, однако данный эффект работает
лишь для частиц очень высоких энергий и позволяет изменять направление движения частиц в очень малом угловом диапазоне, меньше 1°.

Также известен способ изменения направления движения пучка заряженных частиц
20 и устройство для осуществления этого способа, описанные в патенте RU №2462009 (публ. 20.09.2012 г.), и известно устройство для изменения направления распространения пучков ускоренных заряженных частиц, описанное в патенте RU №147239 (публ. 29.09.2014 г.). Оба технических решения предлагают для управления пучками
заряженных частиц использовать изогнутый диэлектрический канал.

25 К недостаткам таких систем стоит отнести необходимость периодических потерь части пучка на электризацию внутренних стенок канала.

Известна электростатическая отклоняющая система, описанная в патенте RU №1557603 (публ. 15.04.1990 г.), в которой для управления направлением движения пучка
30 используются плоские электроды, расположенные друг напротив друга, на которые подается внешнее напряжение разной полярности. Управляется пучок заряженных частиц электрическим полем, путем изменения величин напряжения на внешнем источнике. Электрическое поле возникает за счет подачи внешнего напряжения.

Недостатком известной системы является то, что она применима только для пучков с энергией не более 100 кэВ, так как для управления пучками больших энергий,
35 необходимо повышать напряжение на электродах, что чревато электрическим пробоем в вакууме. К тому же сама необходимость использования высокого напряжения резко усложняет эксплуатацию устройства, делает его менее безопасным.

При наличии периодической неоднородности возникает излучение Смита-Парселла, которое характеризуется квазимонохроматическим спектром излучения под различными
40 полярными углами. Известна экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования характеристик излучения Смита-Парселла при гарантированном отсутствии взаимодействия электронного пучка с материалом мишени (Адищев Ю.Н., Вуколов А.В., Потылицын А.П., Кубе Г., Экспериментальная установка для наблюдения эффекта Смита-Парселла на базе электронного микроскопа ЭММА-2U // Известия
45 ТПУ. 2004. №6 С. 49-53). В описанной установке диаметр пучка измерялся одновременно в четырех точках при перемещении непроводящей подложки с закрепленными на ней металлическими пластинами. Мишень на металлической подложке прикреплялась к микровинту, что позволяло перемещать ее и измерять ток вторичной эмиссии от каждой

пластины в зависимости от величины смещения. Пластины располагались на точно фиксированных расстояниях друг от друга.

Недостатком данного технического решения является неконтролируемое взаимодействие пучка электронов с поверхностью, а так же воздействие пучком высокой энергии на исследуемую мишень, что со временем вызывает повреждение структуры поверхности.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является создание устройства, позволяющего управлять угловыми и пространственными параметрами пучка электронов, тем самым, влиять на величину интенсивности излучения, возникающего при прохождении электронов вблизи периодической структуры излучения Смита-Парселла.

Поставленная задача решается с помощью предлагаемого диэлектрического рельефного дефлектора пучка электронов, включающего диэлектрическую пластину, причем на одной стороне диэлектрической пластины сформирован одномерный периодический рельеф, который покрыт тонким слоем металла и не заземлен, кроме того, входной и выходной торцы диэлектрической пластины экранированы металлическими заземленными пластинами. При этом заземленные экранирующие металлические пластины не имеют механического контакта с рельефной незаземленной металлизированной поверхностью диэлектрической пластины.

Принцип работы полезной модели основан на образовании особого самосогласованного зарядового распределения на рельефной поверхности устройства в результате прохождения пучка быстрых электронов вблизи незаземленной рельефной структуры, покрытой тонким слоем металла. Образованное зарядовое распределение позволяет уменьшить расстояние между проходящим пучком электронов и отклоняющей рельефной металлизированной поверхностью - h , тем самым усиливая интенсивность излучения Смита-Парселла.

Предлагаемое устройство отличается от описанного в статье под названием «Экспериментальная установка для наблюдения эффекта Смита-Парселла на базе электронного микроскопа ЭММА-2U», отсутствием заземления одномерного периодического рельефа, покрытого тонким слоем металла, отсутствием осуществления контроля над расстоянием между пролетающим пучком электронов и металлизированной поверхностью - h и отсутствием внешнего источника напряжения.

Преимущество предлагаемого устройства состоит в отсутствии необходимости использования каких-либо внешних источников энергии, при этом само устройство является малогабаритным и достаточно простым в изготовлении и использовании. Также для достижения решения поставленной задачи не нужно контролировать расстояние между пролетающим пучком электронов и рельефной металлизированной поверхностью - h , т.к. данный параметр формируется автоматически при первичном взаимодействии заряженных частиц с поверхностью.

Технический результат заключается в управлении угловыми и пространственными параметрами пучка заряженных частиц, направленными на увеличение интенсивности электромагнитного излучения Смита-Парселла при движении в электрическом поле, сформированном в условиях экранирования металлическими пластинами входного и выходного торцов предлагаемого устройства.

Полезная модель поясняется чертежом.

На Фиг. 1 - общий вид диэлектрического рельефного дефлектора пучка электронов.

Устройство состоит из диэлектрической пластины 1, на одной из сторон которой сформирован одномерный периодический рельеф 2, покрытый тонким слоем металла

и который не заземлен, металлических заземленных экранирующих пластины 3 входного торца и пластины 4 выходного торца.

Диэлектрическая пластина 1 - это стеклянная пластина, на одной стороне которой, сформирован одномерный периодический рельеф 2, покрытый тонким слоем металла. Рельефная 2 металлизированная поверхность не заземлена. Одномерный периодический рельеф 2 нанесен на диэлектрическую пластину 1 методом электронно-лучевой литографии, что позволило достичь пространственного разрешения порядка 10 нм. Высота одномерного периодического рельефа 2 контролируется с помощью зондового микроскопа. Для предотвращения накопления заряда за счет взаимодействия электронов с диэлектрическими торцами пластины 1 входной торец рассматриваемого устройства был экранирован металлической заземленной пластиной 3, а выходной торец металлической пластиной 4. Причем, металлические заземленные экранирующие пластины 3, 4 установлены без возможности механического контакта с рельефной 2 металлизированной поверхностью, чтобы избежать ее заземления. Такое устройство позволяет управлять угловыми и пространственными параметрами движения пучка электронов вблизи рельефной 2 металлизированной поверхности и тем самым контролировать выход излучения Смита-Парселла.

Основным параметром, в рамках поставленной задачи, является расстояние от оси пучка до рельефной металлизированной поверхности - h (Фиг. 1).

Работа предлагаемого устройства осуществляется следующим образом: пучок электронов взаимодействует с рельефной 2 металлизированной, незаземленной поверхностью, нанесенной на диэлектрическую пластину 1, и продолжает двигаться вдоль рельефной поверхности устройства, прижимаясь к ней (Фиг. 1). За счет экранирования входного торца металлической заземленной пластиной 3, а выходного торца - металлической пластиной 4, обеспечивается предотвращение возможного накопления заряда в случае взаимодействия электронов с диэлектрическими торцами пластины 1. Такое техническое решение позволяет уменьшить h - расстояние от оси пучка до рельефной 2 поверхности пластины, вследствие прижимания пучка к поверхности 2, что в свою очередь увеличивает выход излучения Смита-Парселла. Осуществляемый режим работы устройства может быть использован для увеличения эффективности генерации дифракционного излучения Смита-Парселла, преимуществом которого является квазимонохроматичность и направленность.

Реализация работы предлагаемой полезной модели зависит от таких параметров как материал пластины 1, на которую нанесен рельеф 2, форма и период рельефа 2, наличие металлизированного покрытия рельефа и материал экранирующих пластин 3, 4. При этом обязательным условием является использование немагнитных материалов при изготовлении устройства.

В качестве примера осуществления работы диэлектрического рельефного дефлектора пучка электронов рассматривалась металлизированная дифракционная решетка с размером рельефной 2 области $(30 \times 30 \times 15) \text{ мм}^3$, нанесенная на стеклянную пластину 1, толщиной 15 мм. Глубина рельефа 2 решетки 300 ± 20 нм, период - 600 шт./мм. В эксперименте рельефная 2 поверхность располагалась так, чтобы штрихи решетки были перпендикулярны оси падающего пучка электронов. Дифракционная решетка и экранирующие пластины 3 входного и пластины

4 выходного торцов устанавливались на подвижной платформе гониометра, с возможностью наклона рельефной металлизированной поверхности относительно оси пучка электронов. Гониометр позволял контролировать угол взаимодействия пучка электронов с плоскостью поверхности дифракционной решетки с точностью $\pm 0.1^\circ$.

Диагностика положения пучка электронов в пространстве производилась на основе наблюдения CCD камерой через вакуумное окно. Эксперименты были проведены при величине тока пучка порядка 120 нА. В результате были получены зависимости смещения следа пучка электронов на экране от угла ориентации поверхности дифракционной решетки относительно оси падающего пучка. Реализуя предлагаемый режим работы устройства, экранируя выходной торец алюминиевой пластиной 4 аналогично входному пластиной 3, пучок прижимался к металлизированной рельефной поверхности 2 и сжимался в поперечном направлении. Следовательно, при экранировке металлической пластиной 4 выходного торца и пластиной 3 входного торца дифракционной решетки, расстояние от оси пучка до поверхности пластины - h можно уменьшить, увеличив тем самым эффективность взаимодействия электронов с поверхностью. Данные утверждения указывают на возможность увеличения эффективности генерации излучения Смита-Парселла, возникающего вследствие движения заряженных частиц над периодическими структурами.

15 Применение предлагаемого устройства позволит существенно уменьшить объем систем управления пучком, сократив использование внешних источников энергии. Устройство найдет применение в разного рода технике, где требуются манипуляции пучком заряженных частиц: в медицинских ускорителях, устройствах досмотрового контроля, в исследовательских ускорителях (коллайдерах, синхротронах) и т.д., а в 20 случае необходимости может служить в качестве усилителя генерации монохроматического излучения Смита-Парселла в субмиллиметровом диапазоне.

(57) Формула полезной модели

Диэлектрический рельефный дефлектор пучка электронов, включающий диэлектрическую пластину, отличающийся тем, что на одной стороне диэлектрической пластины сформирован одномерный периодический рельеф, который покрыт тонким слоем металла и не заземлен, кроме того, входной и выходной торцы диэлектрической пластины экранированы металлическими заземленными пластинами, при этом заземленные экранирующие металлические пластины не имеют механического контакта с рельефной незаземленной металлизированной поверхностью диэлектрической пластины.

25

30

35

40

45

