



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016136946, 14.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.09.2016Дата регистрации:
17.02.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.09.2016

(45) Опубликовано: 17.02.2017 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Кубанкин Александр Сергеевич (RU),
Олейник Андрей Николаевич (RU),
Вохмянина Кристина Анатольевна (RU),
Каплий Анна Андреевна (UA),
Сотникова Валентина Сергеевна (RU),
Нажмудинов Рамазан Магомедшапиевич
(RU),
Кищин Иван Александрович (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 3879679 A, 22.04.1975.
US5825847 A, 20.10.1998. US4999839 A,
12.03.1991. RU 2142666 C1,10.12.1999.

(54) Устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения

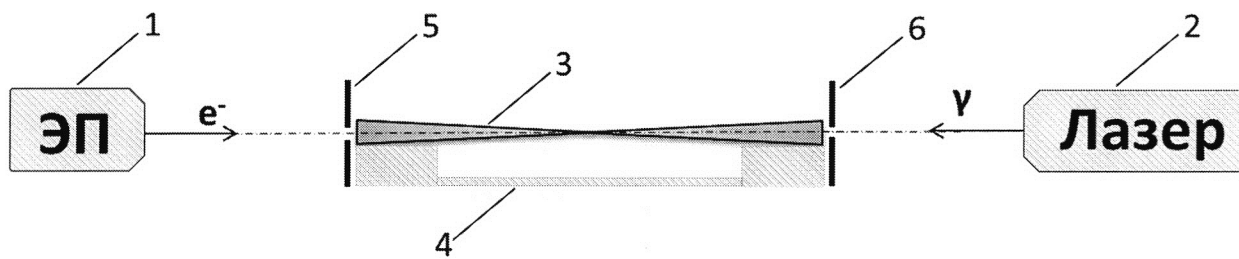
(57) Реферат:

Полезная модель устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения относится к технике ускорителей заряженных частиц, в частности к технике ускорительных устройств, основанных на электрон-фотонном взаимодействии, предназначенных для увеличения интенсивности квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне и может быть использовано в медицине, физике твердого тела, электронике и других областях науки и техники, где необходимо применение источников высокоинтенсивного электромагнитного

излучения. Устройство включает источник электронов, источник электромагнитного излучения, стеклянный микрокапилляр, металлические маски и держатель стеклянного микрокапилляра. Устройство может включать или один цилиндрический стеклянный микрокапилляр, или два соосных конических стеклянных микрокапилляра. Устройство позволяет получать потоки квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне на порядок выше интенсивности, получаемой существующими устройствами.

RU 168754 U1

RU 168754 U1



Фиг. 1

RU 168754 U1

RU 168754 U1

Полезная модель относится к технике ускорителей заряженных частиц, в частности к технике ускорительных устройств, основанных на электрон-фотонном взаимодействии, предназначенных для увеличения интенсивности квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне и может быть
5 использовано в медицине, физике твердого тела, электронике и других областях науки и техники, где необходимо применение источников высокоинтенсивного электромагнитного излучения.

Существует множество устройств и способов, направленных на увеличение интенсивности источников электромагнитного излучения.

10 Одним из таких является способ и устройство для создания лазера сверхжесткого излучения (RU №2142666, публ. 10.12.1999 г.). В данной работе описано устройство для индуцирования комптоновского рассеяния лазерного пучка и генерации электромагнитного излучения путем проецирования лазерного пучка в направлении
15 противоположном направлению распространения когерентного электронного пучка.

Известен лазер на свободных электронах (US №4779277 А, публ. 18.10.1988 г.). Данное устройство состоит из лазера и источника электронов и предназначено для увеличения интенсивности выходного пучка, что достигается путем обеспечения высокочастотного взаимодействия лазерного луча с пучком электронов под действием магнитного поля.

20 Также известны способ и устройство для генерации лазерного гамма-излучения (RU 2127935, публ. 20.03.1999 г.). Устройство содержит средство для направления пучка электронов и пучка позитронов в сходящийся поток в одном и том же направлении и фокусирующий элемент на участке слияния электронов и позитронов. Данное изобретение позволяет генерировать лазерное излучение высокой энергии, превосходящей энергию луча синхронного излучения, при высокой монохроматичности
25 и низкой степени шума.

Наиболее близким по исполнению к предлагаемой полезной модели является лазер для генерации электромагнитного излучения основанный на эффекте Комптона (US №3879679 А, публ. 22.04.1975 г.). Описанное техническое решение представляет собой электронный пучок, который генерируется источником электронов и направляется в
30 коллектор. При этом пучок электронов проходит через резонатор, являющийся источником электромагнитного излучения. В результате многократного взаимодействия фотонов с пучком электронов в резонаторе увеличивается выходная мощность излучения.

К общим недостаткам аналогов и прототипа следует отнести большие габариты
35 устройств, а также необходимость в синхронизации и совмещении пучков лазерного излучения и электронов большой плотности в пространстве, для чего используются сложные магнитооптические системы и элементы фотонной оптики, что делает разработку подобных источников достаточно трудоемкой.

40 Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является создание устройства позволяющего синхронизировать и увеличить пространственную плотность взаимодействующих пучков лазерного излучения и ускоренных электронов, что увеличит вероятность взаимодействия данных пучков и позволит получить более интенсивные потоки квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне.

45 Поставленная задача решается с помощью предлагаемого устройства для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения, включающего источник электронов - электронную пушку (ЭП), источник электромагнитного излучения - лазер, причем устройство дополнительно содержит

стеклянный микрокапилляр и держатель для его фиксации, а также две металлические маски, установленные на торцах стеклянного микрокапилляра - одна на пути электронного луча, испускаемого электронной пушкой, а вторая на пути лазерного луча, испускаемого источником электромагнитного излучения. Устройство может
5 включать или один цилиндрический стеклянный микрокапилляр, подверженный растяжению вдоль продольной оси до образования минимально-возможного внутреннего диаметра стеклянного микрокапилляра или два соосных конических стеклянных микрокапилляра.

Предлагаемое устройство отличается от прототипа тем, что не содержит коллектор
10 и дополнительно включает стеклянный микрокапилляр, при взаимодействии пучка электронов с которым на стенках такого стеклянного микрокапилляра формируется самосогласованное распределение заряда, в результате чего пучок начинает взаимодействовать со стеклянным микрокапилляром бесконтактно, т.е. без потери энергии. При взаимодействии электронов с фотонами в области сужения стеклянного
15 микрокапилляра образуются более интенсивные потоки квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне.

Преимущество предлагаемой полезной модели заключается в сравнительно простой реализации синхронизации и совмещения пучков лазерного излучения и электронов
20 большой плотности в пространстве без использования сложных магнитооптических систем и элементов фотонной оптики, и получении при этом более интенсивных потоков квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне. Также преимущество предлагаемого технического решения состоит в энергоэффективности, малых габаритных размерах и отсутствии радиоактивных или токсичных элементов и источников высокого напряжения.

Технический результат заключается в получении интенсивных потоков
25 квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне. Это достигается за счет увеличения плотностей взаимодействующих друг с другом пучка электронов и лазерного излучения предлагаемого устройства.

Полезная модель поясняется чертежом.

30 Фиг. 1 - Общий вид устройства с одним стеклянным микрокапилляром.

Фиг. 2 - Общий вид устройства с двумя стеклянными микрокапиллярами.

Устройство состоит из источника электронов - электронной пушки (ЭП) 1, источника электромагнитного излучения - лазера 2, стеклянного микрокапилляра 3, держателя 4
35 стеклянного микрокапилляра, металлической маски 5 входного торца стеклянного микрокапилляра, расположенной на пути электронного пучка и металлической маски 6 входного торца стеклянного микрокапилляра, расположенной на пути лазерного луча.

Источником электронов является электронная пушка (ЭП) 1. В качестве источника электромагнитного излучения используется лазер 2. Стеклянный микрокапилляр 3 был
40 изготовлен из стеклянной цилиндрической трубки, подверженной растяжению вдоль своей продольной оси до образования минимально-возможного внутреннего диаметра стеклянного микрокапилляра 3, при этом внутренний диаметр входных торцов стеклянного микрокапилляра 3 оставался прежним. Держатель 4 предназначен для фиксации стеклянного микрокапилляра 3 с обоих торцов, а также для предотвращения его повреждения в месте наименьшего внутреннего диаметра. На поверхности держателя
45 4 была сделана прорезь шириной равной внешнему диаметру входного торца стеклянного микрокапилляра 3, что позволило жестко зафиксировать стеклянный микрокапилляр 3 в держателе 4. Металлическая маска 5 входного торца стеклянного

микрокапилляра 3, расположенная на пути электронного пучка и металлическая маска 6 входного торца стеклянного микрокапилляра 3, расположенная на пути лазерного луча, представляют собой металлические заземленные пластины. В обеих масках 5, 6 соосно с продольной осью стеклянного микрокапилляра 3 проделаны отверстия для прохода электронного пучка и лазерного луча соответственно. Данные маски 5, 6 предназначены для предотвращения взаимодействия пучка электронов и лазерного луча с материалом торцов стеклянного микрокапилляра 3, что могло бы привести к зарядке каждого из торцов стеклянного микрокапилляра 3 и его запирацию.

Предлагаемое устройство предусматривает возможность использования двух соосных конических стеклянных микрокапилляров (Фиг. 2), не прибегая к растяжению одного цилиндрического (Фиг. 1).

Принцип работы полезной модели основан на эффекте бесконтактного взаимодействия ускоренных заряженных частиц с диэлектрическими системами (guiding-эффект), что позволяет произвести необходимую синхронизацию значительно более простым способом. Работает предлагаемое устройство в условиях вакуума при давлении остаточного газа 10^{-5} Торр и ниже. Пучок электронов, испущенный электронной пушкой 1 и лазерный луч, испущенный источником электромагнитного излучения 2, двигаясь навстречу друг другу, через апертуру металлических заземленных маски 5 входного торца стеклянного микрокапилляра 3, расположенной на пути электронного пучка, и маски 6 входного торца стеклянного микрокапилляра 3, расположенной на пути лазерного луча, попадают в полость стеклянного микрокапилляра 3, установленного на держателе 4. При бесконтактном взаимодействии пучка электронов с внутренней поверхностью стеклянного микрокапилляра 3 и одновременной фокусировке пучка лазерного излучения, направленного в полость того же стеклянного микрокапилляра, плотность тока пучка электронов и интенсивность лазерного излучения возрастают. Максимальная вероятность взаимодействия и величина излучения будут в области наибольшего сужения стеклянного микрокапилляра 3. Таким образом, становится возможным увеличить интенсивность источников излучения, основанных на эффекте Комптона, реализующемся при взаимодействии пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения. В данной связи предлагаемое устройство позволяет эффективно реализовать компрессию пространства такого взаимодействия, что существенно увеличит интенсивность генерируемого излучения.

В качестве примера осуществления работы предлагаемого устройства для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения были рассмотрены источник электронов - электронная пушка 1, генерирующая непрерывный пучок электронов с энергией 10 кэВ, и источник электромагнитного излучения - лазер 2 с длиной волны 450 нм. В качестве заготовки для микрокапилляра 3 использовалась стеклянная цилиндрическая трубка из боросиликатного стекла длиной 10 см, внешним диаметром 2 мм и толщиной стенки 0.35 мм. Боросиликатная цилиндрическая трубка была растянута вдоль своей продольной оси на пуллере, в результате чего, внутренний диаметр боросиликатного микрокапилляра 3 составил 15 мкм, а длина трубки увеличилась до 10.5 см. Для фиксации обоих торцов боросиликатного микрокапилляра 3, а также для предотвращения его повреждения в области наименьшего внутреннего диаметра был изготовлен оргстеклянный держатель 4 длиной 10.5 см, шириной 1 см и высотой 3 см. На поверхности держателя 4 была сделана прорезь шириной равной 2 мм, которая позволила жестко зафиксировать боросиликатный микрокапилляр 3 в держателе. На обоих торцах боросиликатного микрокапилляра 3, соосно с осью самого боросиликатного микрокапилляра 3, были

установлены заземленные маска 5, расположенная на пути электронного пучка, и маска 6, расположенная на пути лазерного луча, в которых соосно с продольной осью боросиликатного микрокапилляра 3 проделаны отверстия диаметром 1 мм. Данные маски 5, 6 представляют собой заземленные алюминиевые пластины, которые
5 предотвращают взаимодействие пучка электронов и лазерного луча с материалом торцов боросиликатного микрокапилляра 3, что может привести к зарядке каждого из торцов боросиликатного микрокапилляра 3 и его запиранию.

Пучок ускоренных электронов, испущенный электронной пушкой 1, и лазерный луч, испущенный лазером 2, через апертуру металлических маски 5, на пути пучка электронов
10 и маски 6, на пути лазерного луча, двигаясь навстречу друг другу, попадают в полость боросиликатного микрокапилляра 3. При взаимодействии пучка электронов с боросиликатным микрокапилляром 3, на внутренних стенках формируется самосогласованное распределение заряда, в результате чего пучок начинает взаимодействовать с боросиликатным микрокапилляром 3 бесконтактно, т.е. без потери
15 энергии. Вследствие сужения боросиликатного микрокапилляра 3, плотность пучка электронов возрастает, достигая максимума в самом узком месте - наименьшего внутреннего диаметра боросиликатного микрокапилляра 3.

Распространяющийся навстречу пучку электронов луч лазера, отражаясь от стенок боросиликатного микрокапилляра 3, также достигает максимальной плотности в
20 области наименьшего диаметра, в результате чего в этой же области вероятность комптоновского рассеяния фотонов на электронах будет максимальной и, соответственно, интенсивность генерирующегося таким образом излучения также будет максимальной.

Таким образом, предлагаемое устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения позволяет
25 получить потоки квазимонохроматического электромагнитного излучения в широком спектральном диапазоне на порядок выше интенсивности, получаемой существующими устройствами.

Исходя из всего вышеописанного, применение предлагаемого устройства возможно как в современных существующих источниках высокоинтенсивного электромагнитного
30 излучения, которые используются в медицине, физике твердого тела, электронике и других областях науки и техники, так и в проектирующихся, при этом предлагаемое устройство может быть взято за основу новых источников.

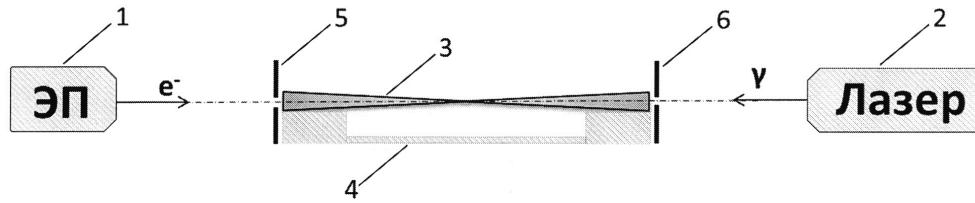
(57) Формула полезной модели

35 1. Устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения, включающее источник электронов, источник электромагнитного излучения - лазер, отличающееся тем, что дополнительно содержит стеклянный микрокапилляр и держатель для его фиксации, а также две металлические маски, установленные на торцах стеклянного микрокапилляра - одна на пути
40 электронного луча, а вторая на пути лазерного луча.

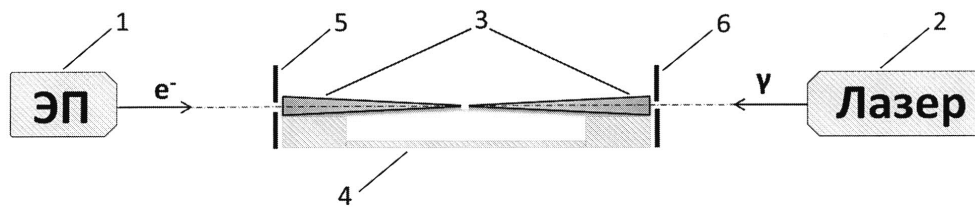
2. Устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения по п. 1, отличающееся тем, что может включать один цилиндрический стеклянный микрокапилляр, подверженный растяжению вдоль продольной оси до образования минимально возможного внутреннего диаметра.

45 3. Устройство для компрессии пространства взаимодействия пучков заряженных частиц и электромагнитного излучения по п. 1, отличающееся тем, что может включать два соосных конических стеклянных микрокапилляра.

**Устройство для компрессии пространства
взаимодействия пучков заряженных частиц
и электромагнитного излучения**



Фиг. 1



Фиг. 2