



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01J 3/02 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020117311, 14.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.05.2020

Дата регистрации:
22.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.05.2020

(45) Опубликовано: 22.03.2021 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

634055, г. Томск, пр. Академический, 2/3,
Институт сильноточной электроники СО РАН,
зам. директора по НР ИСЭ СО РАН
Батракову А.В.

(72) Автор(ы):

Кизириди Павел Петрович (RU),
Озур Григорий Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт сильноточной
электроники Сибирского отделения
Российской академии наук, (ИСЭ СО РАН)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Proc. 4th IEEE Pulsed Power
Conference. Albuquerque, New Mexico, USA,
June 6-8, 1983, pp. 486-489. RU 2313848 C1,
27.11.2002. RU 2237942 C1, 10.10.2004. US
2015136583 A1, 21.05.2015. WO 9950878 A2,
07.10.1999.

(54) Сильноточная электронная пушка

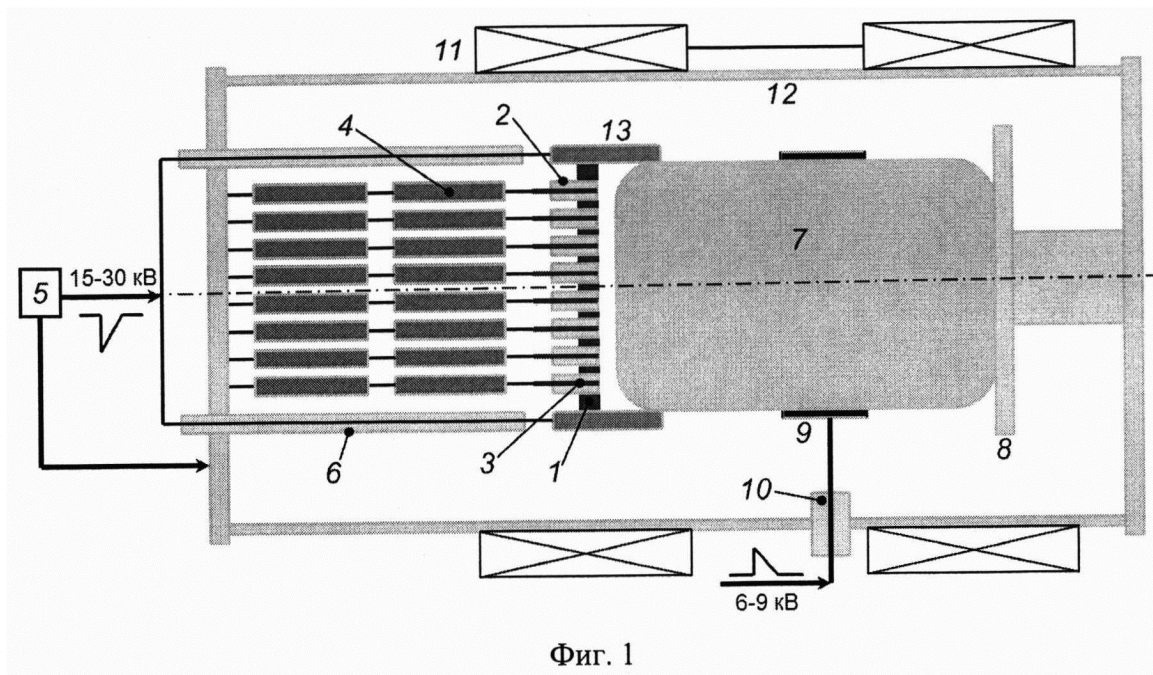
(57) Реферат:

Полезная модель относится к технике генерирования сильноточных электронных пучков и может быть использована при создании импульсных сильноточных электронных ускорителей различного назначения. Техническим результатом заявляемой полезной модели является обеспечение электропитания источников плазмы катодного узла и ускоряющего промежутка от одного генератора высоковольтных импульсов, что не только упрощает систему питания катодного узла, но и избавляет от необходимости синхронизации процессов создания плазмы и формирования

пучка, а также снимает проблему высоковольтной развязки. Указанный технический результат достигается тем, что в сильноточной электронной пушке, содержащей катодный узел, включающий катод и набор поджигающих промежутков, электроды которых соединены параллельно через резисторы с анодом (коллектором), электропитание осуществляется как поджигающих промежутков, так и ускоряющего зазора между катодом и анодом (коллектором), от одного генератора высоковольтных импульсов. 1 ил.

RU 203107 U1

RU 203107 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к технике генерирования сильноточных электронных пучков и может быть использована для создания импульсных сильноточных электронных ускорителей, а также для поверхностной обработки материалов и изделий этими пучками.

5 Известны электронные пушки [1, 2], содержащие катодный узел, анод (плазменный как в [1] или сетчатый как в [2]) и коллектор. В катодный узел в этих пушках встроены источники плазмы на основе дугового разряда, инициируемого пробоем по поверхности диэлектрика. Недостатком данных пушек является необходимость отдельного электропитания источников плазмы и ускоряющего промежутка, т.е. наличие в системе
10 электропитания минимум двух блоков (генераторов).

Наиболее близкой по техническому решению к заявляемому изобретению, выбранной за прототип, является электронная пушка с катодным узлом, содержащим 48 резистивно развязанных дисковых эмиттеров, инициируемых пробоем по поверхности диэлектрика [3] при подаче на них высоковольтного импульса от первого генератора через
15 повышающий трансформатор. Плазма, возникающая при пробое этих 48 промежутков между дисками-эмиттерами и катодом, является эмиттером электронов. Эмитированные электроны ускоряются в сторону анода (коллектора), благодаря разности потенциалов между катодом и анодом (коллектором), создаваемой высоковольтным импульсом от другого генератора, и тем самым формируется электронный пучок.

20 Недостатком этой пушки является необходимость отдельного электропитания источников плазмы и ускоряющего зазора между катодом и анодом (коллектором), и как следствие необходимость синхронизации двух генераторов и обеспечение высоковольтной развязки между ними.

Задача, решаемая полезной моделью, - упрощение системы электропитания
25 электронной пушки.

Техническим результатом заявляемой полезной модели является обеспечение электропитания источников плазмы катодного узла и ускоряющего промежутка от одного генератора высоковольтных импульсов.

Указанный технический результат при осуществлении полезной модели достигается
30 тем, что в известной электронной пушке, содержащей катодный узел, включающий катод и набор поджигающих промежутков, электроды которых соединены параллельно через резисторы с анодом (коллектором), и систему электропитания, согласно полезной модели, электропитание, как поджигающих промежутков, так и ускоряющего зазора между катодом и анодом (коллектором) осуществляется от одного генератора
35 высоковольтных импульсов, отрицательный полюс которого соединен с катодом, а положительный - с анодом (коллектором).

Часть тока генератора высоковольтных импульсов, стекающая через развязывающие резисторы на «землю», существенно (минимум на порядок) меньше тока в ускоряющем промежутке между катодом и анодом (коллектором), что обеспечивает передачу
40 большей части энергии из генератора высоковольтных импульсов в энергию пучка, тем самым повышая эффективность электронной пушки.

Предлагаемая схема подключения генератора избавляет от необходимости синхронизации процессов создания плазмы и формирования пучка, а также снимает проблему высоковольтной развязки.

45 На Фиг. 1 приведена принципиальная конструктивная схема предлагаемой сильноточной электронной пушки. Катодный узел включает в себя катод 1 в виде перфорированного медного диска, в отверстия которого заподлицо вставлены керамические трубки 2 и медные электроды 3. Наружный диаметр трубок составляет

4 мм, внутренний - 2 мм; диаметр электродов также равен 2 мм. Каждый электрод (в нашем случае их 69 штук) заземлен через резисторы 4 сопротивлением 2 кОм (по два резистора номиналом 1 кОм последовательно соединенных). Таким образом, катодный узел содержит 69 поджигающих промежутков, которые становятся источниками плазмы при последующей подаче напряжения на катод 1. Межцентровое расстояние между поджигающими промежутками составляет 5,5 мм, все они вписаны в окружность диаметром около 54 мм.

При подаче на катод высоковольтного импульса отрицательной полярности амплитудой 15-30 кВ от генератора 5 (через проходные изоляторы б) происходит пробой по поверхности торцов керамических трубок 2, и возникает плазма, состоящая из ионизованного десорбированного (с поверхности катода 1, керамических трубок 2 и электродов 3) газа и плазмы из материалов катода 1 (катодные пятна), керамических трубок 2 и электродов 3. Образование катодных пятен при протекании тока через поджигающие промежутки (эти пятна можно назвать затравочными) обеспечивается тем, что амплитуда тока через каждый промежуток превышает так называемый пороговый ток дуги [4], который составляет доли-единицы ампер практически для всех материалов (например, для меди пороговый ток дуги составляет около 3 А). Электроны, эмитируемые первоначально возникшими (затравочными), а также возникшими в течение импульса плазменными сгустками, ускоряются в двойном слое между ними и анодом (в нашем случае предварительно созданным плазменным анодом 7) и транспортируются к заземленному коллектору 8. Рост тока (в абсолютном выражении) обеспечивается, как увеличением числа катодных пятен, так и их расширением, что эквивалентно увеличению площади эмиссионной поверхности [5]. Плазменный анод, имеющий потенциал практически равный потенциалу коллектора, в нашем случае создается с помощью сильноточного отражательного разряда при подаче импульса положительной полярности на вспомогательный кольцевой металлический электрод 9 через проходной изолятор 10. Зажигание и горение сильноточного отражательного разряда обеспечивается продольным магнитным полем, создаваемым соленоидом 11, которое также обеспечивает транспортировку пучка к коллектору. Отметим, что данное магнитное поле не препятствует пробоем поджигающих промежутков, поскольку при типичных значениях его индукции 0,1-0,2 Тл ларморовский радиус электронов с энергией 15 кэВ и выше в несколько раз превышает расстояние по поверхности диэлектрической трубки, по которой развивается пробой. Для уменьшения вероятности попадания электронов катодной плазмы на стенку корпуса пушки 12 установлен экраный электрод 13, электрически соединенный с катодом 1.

Предложенная полезная модель была успешно испытана.

На Фиг. 2 приведены типичные осциллограммы, иллюстрирующие ее работу. На Фиг. 2а даны осциллограммы ускоряющего напряжения (U) и тока катода (I), полученные в традиционной схеме формирования пучка с медно-оплеточным взрывоэмиссионным катодом [5], а на Фиг. 2б - такие же осциллограммы, полученные в предлагаемой полезной модели. Отметим, что амплитуда тока катода в высоковольтной стадии при прочих равных условиях (параметры плазменного анода, величина ускоряющего напряжения) примерно в 1,5-1,7 раза превышает аналогичную величину, достигаемую в традиционной схеме формирования пучка в плазмонаполненном диоде. Вероятно, это превышение обусловлено позитивным влиянием затравочных катодных пятен, возникающих при пробое поджигающих промежутков, на увеличение общего числа катодных пятен и, следовательно, отбираемого с катода тока. Следует также подчеркнуть, что предлагаемая схема

сильноточной электронной пушки может успешно использоваться и в случае без предварительного заполнения пространства между катодом и коллектором (который в этом случае является одновременно и анодом) плазмой от постороннего источника, т.е. для вакуумного диода, но, конечно, при существенно меньших расстояниях между катодом и анодом - коллектором (единицы сантиметров).

Источники информации, принятые во внимание:

1. Иремашвили Д.В., Куртъников С.В., Леонтьев Н.И., Осепашвти Т.А. Сильноточная электронная пушка с током 50 кА в импульсе // Письма в ЖЭТФ, 1973, т. 17, №1, с. 11-13.

2. Коваль КН., Крейндель Ю.Е., Щанин П.М. Генерирование импульсных электронных пучков с равномерным распределением высокой плотности тока в системах с плазменным сетчатым эмиттером // ЖТФ, 1983, т. 53, №9, с. 1846-1848.

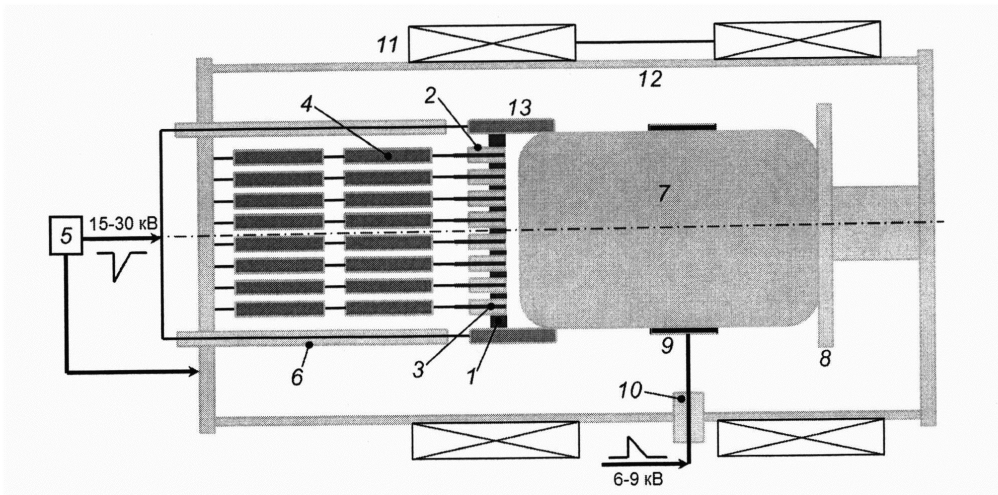
3. Gary Loda, Sol Schneider, William F. Otto, George J. Dezenberg. Temporal waveshaping of a triode cold cathode electron beam gun. Proc. 4th IEEE Pulsed Power Conference. Albuquerque, New Mexico, USA, June 6-8, 1983, pp. 486-489.

4. Кесаев И.Г. Катодные процессы электрической дуги // М.: Наука. - 1968. - 244 с.

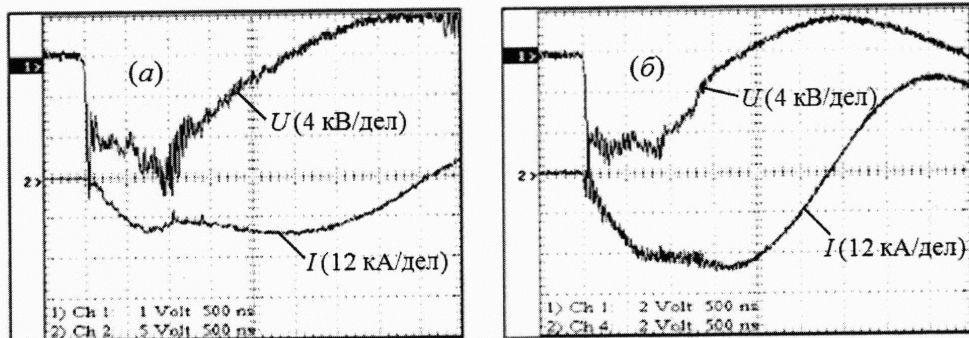
5. Озур Г.Е., Проскуровский Д.И. Генерация низкоэнергетических сильноточных электронных пучков в пушках с плазменным анодом. Физика плазмы, 2018, №1, с. 21-44. DOI: 10.7868/S0367292118010146.

(57) Формула полезной модели

Сильноточная электронная пушка, содержащая катодный узел, включающий катод в виде перфорированной пластины и набор плазмообразующих поджигающих промежутков, встроенных в отверстия в катоде, включающих изоляторы и электроды, которые соединены параллельно через резисторы с анодом-коллектором, а также систему электропитания, отличающаяся тем, что электропитание как поджигающих промежутков, так и ускоряющего зазора между катодом и анодом осуществляется от одного генератора высоковольтных импульсов, отрицательный полюс которого соединен с катодом, а положительный полюс соединен с анодом-коллектором.



Фиг. 1



Фиг. 2