

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039278**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.27

(51) Int. Cl. **H05H 15/00** (2006.01)
H05G 2/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202000295

(22) Дата подачи заявки
2020.10.19

(54) **ОБОСТРИТЕЛЬ ИМПУЛЬСА УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ**

(31) **RU2019142758**

(56) **RU-C1-2191488**

(32) **2019.12.17**

SU-A-1080721

(33) **RU**

US-B1-7679025

(43) **2021.06.30**

US-A-5014289

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПРИБОРОВ" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Федоров Андрей Алексеевич, Метелёв
Александр Павлович (RU)**

(57) Предлагаемое устройство, работающее в мегавольтном диапазоне напряжений, предназначено для повышения мощности импульса тормозного излучения путем обострения в вакуумном диоде (ВД) ускорителя электронов импульса ускоряющего напряжения за счет увеличения его амплитуды и сокращения его длительности. Поставленная цель достигается разделением функции плазменного прерывателя тока (ППТ) и ВД путем размещения плазменных пушек ППТ, электропитание которого осуществляется за счет энергии предимпульса, в дополнительном промежуточном электроде, конструкция которого не связана с геометрией ускоряющего промежутка ВД. Работа ППТ реализуется при "эрозионном" механизме потери проводимости плазмы, при этом варьирование параметров плазмы и оптимизация срабатывания ППТ осуществляется путем изменения количества установленных в промежуточном электроде пушек.

B1

039278

039278

B1

Изобретение относится к технике ускорителей заряженных частиц, в частности к формированию импульсов ускоряющего напряжения, и может быть использовано для генерирования мощных импульсов тормозного и электронного излучения.

Известна установка для генерации импульса тормозного излучения на базе генератора МИГ с плазменным прерывателем тока, в которой реализован двухкаскадный режим обострения импульса. (Кабламбаев Б.А., Ратахин Н.А., Шляхтун СВ. Генерация жесткого тормозного излучения на установке МИГ с плазменным прерывателем тока. Изв. вузов. Физика - 1999 - №12. С.26). Энергия бегущей волны генератора МИГ аккумулировалась в индуктивном накопителе энергии, при этом в фазе накопления энергии ток замыкался плазмой, создаваемой плазменными пушками, запитываемыми от отдельного источника питания. Количество плазмы и момент прерывания тока регулировались величиной протекающего в пушках тока, задаваемого внешним источником питания, включение которого синхронизировано с работой первичного генератора.

Недостатком такого технического решения является то, что требуется дополнительный источник питания плазменных пушек и схема синхронизации, регулирующая время между моментом инъекции плазмы и формированием основного импульса.

Известно устройство катод-анодного узла ускорителя ИГУР-3, в котором применен режим формирования электронного пучка, основанный на использовании плазмы, образованной в результате пробоя по поверхности диэлектрической вставки в катоде, возникающего под воздействием предимпульса основного импульса напряжения. (Кормилицин А.И. Мощный многофункциональный импульсный ускоритель электронов ИГУР-3: диссертация к.т.н. ВНИИТФ, 2005).

К недостаткам этого технического решения, выбранного в качестве прототипа, относится наличие ограничений по повышению мощности электрического импульса (обострению импульса) путем увеличения амплитуды напряжения и сокращения длительности импульса, так как источник плазмы (плазменная пушка) и катод конструктивно совмещены, при этом геометрия катода оптимизирована на фокусировку пучка, что приводит к существенным ограничениям на величину переключаемого в электронный режим тока. ППТ в устройстве, выбранном в качестве прототипа, переключает ток в электронный режим в начальной фазе нарастания тока, следовательно, обострения импульса за счет увеличения амплитуды ускоряющего напряжения и уменьшения его длительности не происходит.

Изобретение направлено на решение задачи повышения мощности импульса тормозного излучения путем обострения импульса ускоряющего напряжения за счет увеличения его амплитуды и сокращения длительности.

Технический результат достигается разделением функции ППТ и вакуумного диода путем размещения плазменных пушек ППТ в дополнительном промежуточном электроде, конструкция которого не связана с геометрией ускоряющего промежутка, при этом электропитание плазменных пушек осуществляется за счет энергии предимпульса напряжения ускорителя, а регулирование количества плазмы для настройки на величину тока срабатывания ППТ осуществляется изменением числа установленных в дополнительном электроде пушек.

Обостритель импульса, схема которого представлена на фиг. 1, устанавливается в вакуумную передающую линию (ВПЛ) ускорителя, образованную внешним электродом 1 и внутренним электродом 2. Конструкция обострителя включает в себя промежуточный электрод 4, находящийся под плавающим потенциалом и установленные в нем по окружности плазменные пушки 5. Плазменная пушка состоит из двух электродов, разделенных диэлектрической вставкой, причем один из электродов гальванически соединен с внутренним электродом ВПЛ. Геометрия ускоряющего промежутка катод 3 - мишень 6 подбирается исходя из требований к электронному пучку. Потенциал, возникающий на промежуточном электроде вовремя предимпульса напряжения и определяющий напряжение на электродах плазменных пушек, зависит от соотношения электрических емкостей $C1$ и $C2$.

Обостритель импульса работает следующим образом. В результате последовательного срабатывания первичного накопителя энергии, например, генератора импульсных напряжений и системы формирования импульсов (СФИ), состоящей, например, из индуктивности, электровзрывного прерывателя тока и коммутирующего разрядника импульс ускоряющего напряжения по ВПЛ подается на вакуумный диод, образованный катодом и мишенью. Характерной особенностью фазы передачи энергии из первичного накопителя в СФИ является появление предимпульса напряжения в ВПЛ и вакуумном диоде. Соответственно на промежуточном электроде, электрически изолированном диэлектрическими вставками плазменных пушек от внутреннего электрода ВПЛ, наводится напряжение. Величина этого напряжения и одновременно напряжения на плазменных пушках после деления по конструктивным электрическим емкостям будет равна $U_p = U_{пр} C2 / (C1 + C2)$, где $U_{пр}$ - напряжение предимпульса на внутреннем электроде ВПЛ. В ускорителях мегавольтного уровня $U_{пр} \sim 400-800$ кВ, что позволяет получить $U_p \sim 100$ кВ и выше. Напряжение U_p вызывает электрический пробой по поверхности диэлектрических вставок плазменных пушек, образование плазмы и замыкание этой плазмой вакуумного зазора между промежуточным электродом и внешним электродом ВПЛ. После срабатывания СФИ рабочий импульс напряжения вызывает рост тока в плазменной перемычке. При достижении критического тока (тока обрыва) сопротивление плазмы возрастает, вызывая рост напряжения в вакуумном диоде и переключение тока в вакуумный

диод, формирование и ускорение электронного пучка. Длительность фазы ускорения и соответственно длительность импульса тормозного излучения определяется временем переключения тока в вакуумный диод и электрической прочностью ППТ (моментом, когда произойдет вторичное замыкание ППТ).

Для эффективной работы обострителя импульса в мегавольтном диапазоне напряжений как наиболее эффективном для генерации тормозного излучения необходимо выполнение ряда условий. Работа ППТ в мегавольтном диапазоне или с наиболее высокими значениями сопротивления после обрыва тока наилучшим образом реализуется при "эрозионном" механизме потери проводимости плазмы (Долгачев Г.И. Физика плазменных прерывателей тока и их возможные применения: диссертация д. ф-м. н. Москва, 2005). Экспериментально установлено, что эрозионный режим работы ППТ возможен при выполнении ограничения на плотность переносимого заряда на "пушку". Эта проблема решается путем установки в промежуточном электроде нескольких плазменных пушек с тем, чтобы, не выходя из эрозионного режима работы, ППТ мог пропустить максимальный разрядный ток. Варьирование параметров плазмы и оптимизация срабатывания ППТ осуществляется путем изменения количества установленных в промежуточном электроде пушек. В прототипе эта функция ограничена, так как источником плазмы является одна плазменная пушка, настроенная на эрозионный режим работы, которая при этом совмещена с катодом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Обостритель импульса ускорителя электронов, состоящий из электродов вакуумной передающей линии, промежуточного электрода и установленного в нем плазменного прерывателя тока, в котором плазма в плазменных пушках образуется в результате электрического разряда по поверхности диэлектрика под воздействием предимпульса рабочего импульса напряжения, величина которого определяется соотношением электрических емкостей между промежуточным электродом и электродами вакуумной передающей линии, отличающийся тем, что промежуточный электрод с установленными в нем плазменными пушками и вакуумный диод конструктивно разделены и регулирование параметров плазмы для настройки момента переключения тока в вакуумный диод с целью обострения импульса осуществляется изменением количества установленных в промежуточном электроде плазменных пушек.

Схема обострителя импульса ускорителя электронов

