



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **793348** **A**

(51) 4 H 05 H 9/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 2825094/18-25

(22) 05.10.79

(46) 23.12.85. Бюл. № 47

(71) Московский ордена Трудового
Красного Знамени инженерно-физичес-
кий институт

(72) Ю.С.Павлов

(53) 621.384.6(088.8)

(56) 1. Бойко В.А. и др. Низковольт-
ная пушка с резонатором для форми-
рования сгустков электронов в линей-
ном ускорителе. - "Техническая фи-
зика", 1974, т. 44, вып. 4.

2. Глазков А.А. и др. Проект сис-
темы для получения ультракоротких
импульсов тока пучка на линейном
ускорителе электронов У-28 "Уско-
ритель", вып. 15, Атомиздат, 1976.

(54)(57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИ-
ВАНИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ПИКОСЕКУНДНЫХ
ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ, содержащее
последовательно и соосно располо-
женные инжектор, субгармонический
резонатор, волноводный группоиро-
ватель и импульсный дефлектор, уско-
ряющие секции, а также модулятор,

включающий коммутатор, ферритовую
формирующую линию, формирователь
формы импульса напряжения и кабель-
ный повышающий трансформатор, выход
которого подключен к инжектору, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с
целью повышения стабильности, умень-
шения длительности и увеличения
импульсного тока пучка, в модулятор
введены дополнительная ферритовая
формирующая линия и регулируемый
блок подмагничивания, причем допол-
нительная формирующая линия через
зарядный конденсатор, согласующее
сопротивление и дроссель включена
параллельно с основной формирующей
линией, выход дополнительной форми-
рующей линии через формирующий ко-
аксиальный тройник с короткозамкну-
тым шлейфом подключен к импульсному
дефлектору, а выходы блока под-
магничивания подключены к входам обе-
их формирующих линий.

2. Устройство по п.1, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что инжектор
выполнен в виде острейного катода.

(19) **SU** (11) **793348** **A**

Изобретение относится к ускорительной технике и может быть использовано для получения импульсов тока пучка электронов в наносекундном и пикосекундном диапазонах на линейных ускорителях электронов.

Известны устройства для формирования коротких импульсов тока пучка путем модуляции наносекундными высоковольтными импульсами напряжения двухэлектродных электронных пушек [1].

Однако получение импульсов тока пучка длительностью менее 5 нс с помощью модуляции двухэлектродных пушек по катоду технически не удается осуществить из-за трудностей формирования наносекундных импульсов с фронтами менее 1 нс и амплитудой 50–100 кВ, а также из-за наличия паразитной емкости между анодом и катодом катушки.

Разработаны импульсные наносекундные усилители для модуляции управляющего электрода трехэлектродных коаксиальных электронных пушек, что позволяет формировать короткие импульсы тока пучка.

Основным недостатком трехэлектродных электронных пушек является неудовлетворительная надежность работы катодно-сеточного узла, что связано сравнительно быстрым (около 200 ч) выходом из строя управляющего электрода пушки (так называемое "выгорание" сетки).

При увеличении расстояния между катодом и управляющим электродом (примерно до 3 мм) долговечность сетки растет, но при этом теряется основное преимущество трехэлектродной пушки – возможность управления электронным пучком за счет подачи на сетку импульсов сравнительно небольшой (до 1 кВ) величины модулирующего напряжения.

Известны различные конструкции модуляторов для управления электронным пучком в импульсных дефлекторах для формирования коротких импульсов тока пучка.

Для получения импульсов тока пучка длительностью менее 1 нс в дефлекторе используются для отклонения пучка фронтальные участки модулирующих импульсов напряжения, что резко уменьшает амплитуду коротких

импульсов тока пучка, и большая часть пучка теряется на коллиматоре.

Известно устройство для формирования сильноточных пикосекундных пучков заряженных частиц, содержащее последовательно и соосно расположенные инжектор, субгармонический резонатор, волноводный группирователь, импульсный дефлектор, ускоряющие секции и модулятор, включающий коммутатор, ферритовую формирующую линию, формирователь формы импульса напряжения и кабельный повышающий трансформатор. В таком устройстве с помощью субгармонического резонатора электронный поток модулируется в сгустки, следующие с частотой повторения субкратной относительно ускоряющей частоты, и один из сгустков в определенный момент времени пропускается импульсным дефлектором на выход ускорителя, а остальные сгустки теряются на коллиматоре. Такое устройство не позволяет получить пикосекундные импульсы с зарядом более 1–2 иКл. Это связано с невозможностью синхронизировать с точностью до 0,1 нс два различных модулятора электронной пушки и импульсного дефлектора и осуществить стабильную и плавную регулировку импульсов запуска между ними в пределах 0–3 нс. Поэтому в таком устройстве не удается получить достаточно стабильные импульсы длительностью менее 50 нс.

Целью предлагаемого устройства является повышение стабильности, уменьшения длительности импульса и увеличения импульсного тока пучка на выходе ускорителя.

Поставленная цель достигается за счет того, что в известном устройстве, содержащем последовательно и соосно расположенные инжектор, субгармонический резонатор, волноводный группирователь, импульсный дефлектор, ускоряющие секции, а также модулятор, включающий коммутатор, ферритовую формирующую линию, формирователь формы импульса напряжения и кабельный повышающий трансформатор, выход которого подключен к инжектору, в модулятор введены дополнительная ферритовая формирующая линия и регулируемый блок подмагничивания, причем дополнительная формирующая линия через зарядный конденсатор,

согласующее сопротивление и дроссель включена параллельно с основной формирующей линией, выход дополнительной формирующей линии через формирующий коаксиальный тройник с короткозамкнутым шлейфом подключен к импульсному дефлектору, а выходы блока подмагничивания подключены ко входам обеих формирующих линий.

На фиг.1 приведена функциональная схема устройства; на фиг.2 - временная диаграмма работы устройства.

Функциональная схема содержит коммутатор 1, две ферритовые формирующие линии 2 и 3, формирующий тройник 4 и блок подмагничивания 5. Один из выходов модулятора подключен к катоду инжектора 6. Другой выход модулятора подключен к управляющей пластине импульсного дефлектора 7. Между инжектором и дефлектором расположены субгармонический резонатор 8 и волноводный группирователь 9, которые группируют электронный поток и сгустки на частоте, субкратной к частоте ускоряющей секции 10.

Устройство работает следующим образом.

Из коммутатора 1, собранного на сверхбыстродействующих импульсных тиристорах, работающих в лавинном режиме, исходный импульс напряжения поступает в две параллельно соединенные ферритовые формирующие линии ФЛ1 и ФЛ2. На выходе ферритовых линий за счет обострения фронта ударных электромагнитных волн получаются импульсы напряжения с передними фронтами менее 1 нс и амплитудой до 10-30 кВ. Временная задержка между высоковольтными импульсами напряжения осуществляется изменением подмагничивания ферритовых колец линий ФЛ1 и ФЛ2 за счет пропускания различных по величине постоянных токов через внутренний коаксиал ферритовых линий от блока подмагничивания 5. Формирующие коаксиальные тройники 4 с короткозамкнутыми шлейфами используются для формирования длительности наносекундных импульсов напряжения на выходах ферритовых обостряющих линий. При использовании тиристорного коммутатора 1 периодическая стабильность запуска всего модулятора в целом не превышает $\Delta t_z < 0,1-0,3$ нс, а периодическая нестабильность между двумя выходными сигнала-

ми на выходе модулятора $\Delta t_z < 0,1$ нс. Таким образом, модулятор с двумя формирующими линиями позволяет осуществить временную синхронизацию с точностью до наносекунды импульсов тока инжекции из двухэлектродной электронной пушки и управляющих импульсов напряжения на дефлекторе, что повышает стабильность тока пучка. Между этими импульсами возможно регулировать временную задержку в диапазоне ± 10 нс, что позволяет уменьшить длительность импульса тока пучка. Применение в модуляторе дополнительной формирующей линии ФЛ2 позволяет осуществить наносекундный режим работы как импульсного дефлектора 7, так и электронного инжектора 6, что дает возможность существенно увеличить импульсный ток пучка (до 300-500 А) при высокой надежности системы в целом. Временная диаграмма работы устройства показана на фиг.2, где показаны: а) импульс тока пучка на выходе инжектора, б) форма субгармонического группирующего напряжения в резонаторе, в) форма группирующего напряжения по частоте, равной ускоряющей частоте ЛУЭ, г) импульс напряжения на управляющей пластине дефлектора, д) импульс тока пучка на выходе ускорителя.

Таким образом, применение в системе инжекции описанного выше модулятора с двумя параллельными ферритовыми линиями и блоком подмагничивания позволяет значительно увеличить импульсный ток (до 300-500 А) в оди-
 35
 40
 45
 50
 55

ночных пикосекундных импульсах, при высокой надежности работы системы инжекции в целом и увеличении стабильности импульсов тока пучка. За счет возможности регулирования временной задержки между импульсом инжекции пушки и управляющим импульсом дефлектора возможно изменение длительности формируемых в инжекторе импульсов тока пучка.

Увеличение импульсного тока в наносекундных импульсах инжекции возможно при использовании в качестве источника электронов пушек с холодным металлическим острым катодом, которые имеют коаксиальную структуру с малыми паразитными междуэлектродными емкостями из-за отсутствия накального трансформатора.

Использование пушки с острым катодом в качестве инжектора в описанной системе инъекции позволяет получить импульсы тока пучка длительностью в несколько десятков пикосекунд с током в несколько килоампер при энергии в десятки мегаэлектронвольт. Предлагаемый модулятор позволяет приводить работы на ускорителе в широком временном диапазоне.

При отключении ферритовой линии ФЛ1 ускоритель может работать в микросекундном временном диапазоне.

При соответствующей временной задержке между выходными импульсами напряжения модулятора, подаваемыми на дефлектор и пушку с острым катодом, возможна регулировка импульсов тока пучка на выходе ускорителя в пределах 1-100 нс при токе 50-300 А. При возбуждении субгармонического резонатора на частоте, субкратной к ускоряющей частоте ЛУЗ, на выходе регистрируются пикосекундные импульсы тока пучка длительностью до 30-50 нс с током до 500 А.

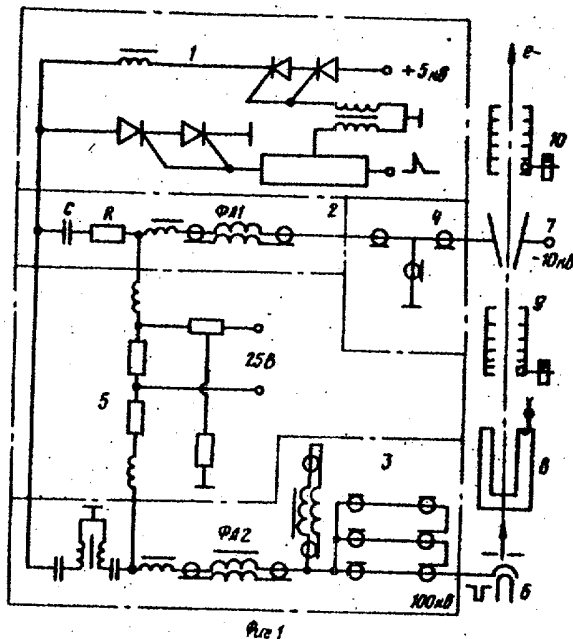


Рис 1

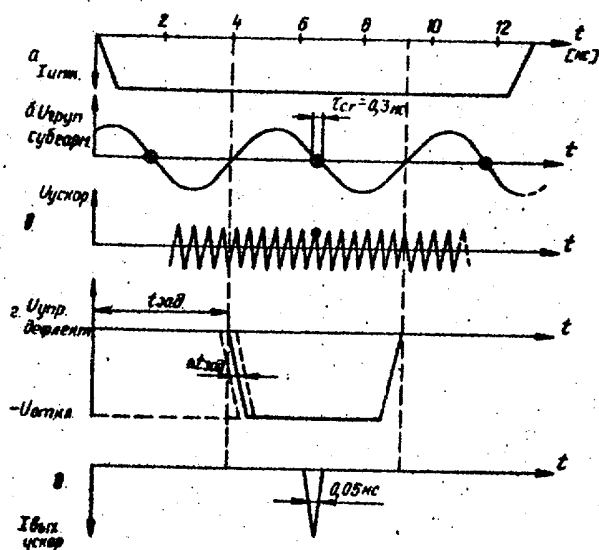


Рис 2

ВНИИПИ Заказ 8133/3 Тираж 793 Подписное

Филиал ИПП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4