



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 05.02.79 (21) 2721597/18-25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.06.81, Бюллетень № 24

Дата опубликования описания 30.06.81

(11) 753339

(51) М. Кл.³

H 05 H 7/00
H 01 J 40/00

(53) УДК 621.384.6
(088.8)

(72) Автор
изобретения

Ю. С. Павлов

(71) Заявитель

Московский ордена Трудового Красного Знамени
инженерно-физический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ
И ЗАРЯДА СГУСТКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

1

Изобретение относится к ускорительной технике и может быть использовано для измерения длительности и заряда сгустков ускоренных электронов.

Известно устройство для измерения параметров сгустков заряженных частиц с пикосекундным разрешением, содержащее черенковский излучатель, оптическую систему, фотоэлектронный умножитель и стробоскопический осциллограф [1]. Сгусток электронов в таком устройстве испускает черенковское излучение, проходя через 10-см ячейку, заполненную ксеноном при атмосферном давлении. Счет из ячейки через толстое окно из плавленого кварца собирается при помощи плоского зеркала и передается по оптической системе к фотоэлектронному умножителю. Сигнал от ФЭУ из экспериментального помещения передается по кабелю с пенополистироловой изоляцией на широкополосный стробоскопический осциллограф. Такое устройство является полупрозрачным для проходящего через черенковский излучатель электронного пучка. Часть пучка теряется из-за рассеяния электронов на фольгах переднего и заднего разделительных окон.

2

черенковской ячейки и на ксеноне, который находится в ячейке при атмосферном давлении. Кроме потерь электронов, установка черенковской ячейки вносит существенную расходимость в выходящий из ускорителя электронный пучок. Рассеяние электронов в ячейке приводит к тому, что черенковское излучение в таком устройстве испускается не в узком конусе, а в различных направлениях, что приводит к уменьшению интенсивности света и к трудностям его передачи в оптической системе.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для измерения параметров пучков заряженных частиц, содержащее кювету с веществом, чувствительным к электромагнитному полю, источник света оптической системы и регистрирующую аппаратуру [2]. В таком устройстве пучок заряженных частиц возбуждает электромагнитное поле, пролетая вблизи кюветы, под действием которого изменяется оптическая плотность жидкого вещества в кюветах. Недостатком такого устройства является конструктивная сложность установки кюветы в пролетную трубку ускорителя, что при-

водит к малой помехоустойчивости устройства и увеличивает габариты устройства. Использование жидкости в качестве оптического элемента приводит к малой чувствительности и значительной инерционности устройства в целом.

Цель изобретения - повышение чувствительности, точности и помехоустойчивости.

Это достигается тем, что в известном устройстве, содержащем преобразователь, чувствительный к электромагнитному излучению пучка, выходящего из ускорителя, источника светового излучения и системы регистрации, включающей поляризаторы светового излучения и элементы его транспортировки, преобразователь выполнен в виде коаксиала, нагруженного у входа на емкость, на выходе - на согласованную поглощающую нагрузку, и расположенного так, что его внутренний проводник соосен с траекторией движения сгустков и имеет пролетный канал, а оптический элемент выполнен в виде кристалла, не имеющего центра симметрии, расположенного в полости коаксиала на траектории светового излучения так, что его оптическая ось параллельна этой траектории и перпендикулярна оси коаксиала.

Схема устройства для измерения формы и интенсивности сгустков заряженных частиц пикосекундной длительности показана на чертеже.

К выходу ускорителя 1 подсоединен преобразователь 2, который представляет собой полый коаксиал, на входе которого имеется емкостной зазор 3, в котором есть отверстие для пролета ускоренных сгустков электронов из ускорителя в пролетную трубку 4. На выходе коаксиала имеется согласованная поглощающая нагрузка 5 из абсорбирующей твердой высокочастотной керамики, например альсифер. В полость коаксиала помещен кристалл 6 дигидрофосфата аммония АДР + $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Полости коаксиала в местах контакта с кристаллом имеют отверстия для прохождения светового излучения от лазера 7. Для передачи оптических сигналов после кристалла служат зеркала 8, а изменять плоскость поляризации света можно с помощью призматических поляризаторов - никелей 9. Световое излучение регистрируется с помощью электронно-оптического преобразователя 10 и фотохронографа 11.

Устройство работает следующим образом. После выхода из ускорителя 1 сгусток электронов попадает в пролетную трубку 4. Сгусток электронов при энергии 10-20 МэВ является релятивистским и электромагнитные поля, связанные с ним, движутся в направлении движения пучка. Когда сгусток

пересекает емкостной зазор 3 полого коаксиала 2 электромагнитные поля, связанные с сгустком, расширяются и передаются по коаксиальной линии в направлении пучка со скоростью света. Результирующая электромагнитная волна типа ТЕМ, пройдя коаксиал поглощается в согласованной нагрузке 5. Проходя вдоль коаксиала электромагнитная волна возбуждает в кристалле продольное электрическое поле, параллельное оптической оси кристалла, и кристалл становится двулучепреломляющим. Вдоль оптической оси кристалла непрерывно пропускается свет, который после кристалла 6 зеркалами 8 направляется в систему регистрации. В момент прохождения электронного сгустка через емкостной зазор коаксиала происходит поворот плоскости поляризации проходящего через кристалл светового излучения. Известно, что кристаллы дигидрофосфата калия и дигидрофосфата аммония, которые не имеют центра симметрии, при отсутствии электрического поля обладают свойствами одноосной анизотропной среды и свет распространяется вдоль оптической оси таких кристаллов не претерпевая двойного лучепреломления. Если вдоль оптической оси кристалла приложить электрическое поле, то кристалл осуществляет поворот плоскости поляризации проходящего через него света на определенный угол, который линейно пропорционален величине приложенного напряжения - эффект Поккельса.

Для обнаружения этого оптического эффекта в оптическую систему введены два поляризатора 9 с взаимно перпендикулярными плоскостями поляризации. Поэтому в промежутке между электронными сгустками свет не проходит от лазера в систему регистрации, а пропускается оптической системой лишь в момент прохождения сгустка через емкостной зазор коаксиала. Таким образом на фотохронографе 11 можно измерять длительность электронного сгустка, а интенсивность прошедшего через оптическую систему светового излучения зависит от величины заряда сгустка.

Использование в предлагаемом устройстве эффекта Поккельса, который линейно зависит от приложенного электрического поля и практически безинерционен, позволяет перенести процесс измерений параметров электронного сгустка в оптический диапазон длин волн. Величину интенсивности светового излучения, прошедшего сквозь оптическую систему в момент пролета сгустка электронов через датчик, легко оценить, используя известное отношение Поккельса:

$$J_{\text{прош}} = J_0 \sin^2 \left(\frac{\pi n_0^3 r_{33} E_z L}{\lambda} \right)$$

где λ_0 - длина волны лазера;
 n_0 - показатель преломления кристалла;
 r_{63} - электрооптический коэффициент кристалла;
 E_z - напряженность электрического поля в коаксиале;
 L - длина кристалла;
 J_0 - интенсивность излучения лазера.

Для кристалла $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: $n_0 = 1,52$; $r_{63} = 8,5$. Например, при $\lambda_0 = 5500 \text{ \AA}$, $L = 50 \text{ мм}$, $J_0 = 10 \text{ Вт/см}^2$, $E_z = 1 \text{ В/см}$ интенсивность излучения, прошедшего через оптическую систему на вход регистрирующей аппаратуры, равна $J_{\text{прот}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Вт/см}^2$. Такой величины интенсивности вполне достаточно для регистрации излучения на электронно-оптических преобразователях, которые обладают чувствительностью до $10^{-14} - 10^{-13} \text{ Дж/см}^2$.

Использование в предлагаемом устройстве широкополосного коаксиально-го преобразователя позволяет изменять форму импульсов пикосекундной длительности с активной шириной спектра в десятки гигагерц.

Расположение оптического кристалла в полость коаксиала позволяет осуществить экранировку от внешних электромагнитных полей. Высокая помехозащищенность выгодно отличает предложенное устройство от известных, что позволяет проводить прецизионные измерения малоинтенсивных импульсов короткой длительности.

Вместо коаксиала в устройстве также может быть использован отрезок симметричной воздушной полосковой линии.

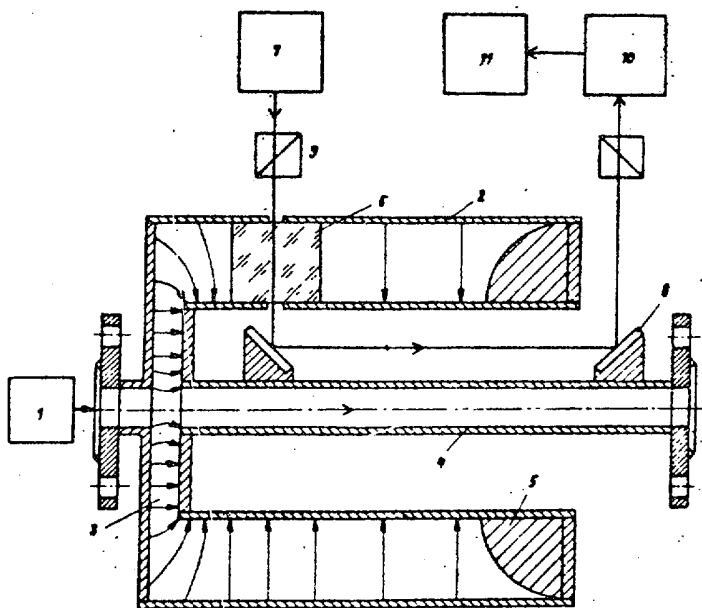
Предлагаемое устройство не вносит потерь в исследуемый электронный сгусток, который теряет лишь несколько вольт в энергии при прохождении емкостного зазора коаксиала.

Таким образом, предлагаемое устройство прозрачно для измеряемого электронного пучка, обладает достаточной чувствительностью, позволяет измерять длительность сгустков с временным разрешением до 10^{-12} с и интенсивность сгустков заряженных частиц.

Формула изобретения

10 Устройство для измерения длительности и заряда сгустков заряженных частиц, содержащее преобразователь, чувствительный к электромагнитному излучению пучка, выходящего из ускорителя, источник светового излучения и систему регистрации, включающую поляризаторы светового излучения и элементы его транспортировки, отличающееся тем, что, с целью 15 повышения чувствительности, точности и помехоустойчивости, преобразователь выполнен в виде коаксиала, нагруженного у входа на емкость, на выходе - на согласованную поглощающую нагрузку и расположенного так, что его внутренний проводник соосен с траекторией движения сгустков и имеет пролетный канал, а оптический элемент выполнен в виде кристалла, не имеющего центра симметрии, расположенного в полости коаксиала на траектории светового излучения так, что его оптическая ось параллельна этой траектории и перпендикулярна 20 оси коаксиала.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
 1. Иона. Система импульсного радиолиза в широком временном интервале с пикосекундным разрешением. ПНИ, 1975, № 1, с. 70-75.
 2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2519523/18-25, кл. Н 05 Н 7/00, 30.04.78 (прототип).



ВНИИПИ Заказ 4528/18
 Тираж 889 Подписное

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