Изв. АН Армянской ССР, Физика, 7. 118—121 (1972)

УПРАВЛЯЕМАЯ ВТОРИЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ И НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДЕТЕКТОРАХ ЧАСТИЦ

М. П. ЛОРИКЯН, Р. Л. КАВАЛОВ, Н. Н. ТРОФИМЧУК, В. Л. СЕРОВ

В работе исследуется вторичная электронная эмиссия из эмиттеров KCl малой плотности в присутствии больших электрических полей.

Вторичная электронная эмиссия из рыхлых диэлектрических слоев малой плотности в области частиц высоких энергий привлекает все большее внимание в связи со следующими особенностями этого явления [1, 2]. С одной стороны, согласно работам [3, 4, 5, 6], в области высоких энергий, когда $E/mc^2 \gg 1$, ионизационные потери, а следовательно, и коэффициент вторичной эмиссии σ из подобных слоев не насыщаются, а логарифмически растут с ростом энергии частиц. Этот рост сохраняется и в области энергий, где метод черенковского излучения трудно применим. С другой стороны, вторичная электронная эмиссия практически безынерционна, т. е. имеется возможность создания детекторов частиц с быстродействием порядка 10^{-10}—10^{-12} *сек* [7].

Однако использование эмиттеров на основе рыхлых диэлектрических слоев малой плотности в детекторах частиц встречает значительные трудности как принципиального, так и технического характера. Дело в том, что из-за логарифмического характера зависимости ионизационных потерь энергии от энергии частицы необходимо обеспечить большую точность измерения потерь энергии, т. е. необходимо иметь большое количество вторичных электронов. Этого можно достичь либо повышением коэффициента вторичной эмиссии, либо увеличением числа эммиттеров в одном детекторе.

Несмотря на то, что в этой области был достигнут определенный успех [5], созданные эмиттеры не нашли применения в детекторах частиц. Это связано с тем, что рыхлые пленки, описанные в работе [7], и исследованные при высоких энергиях в работе [5]. обладают существенно более высоким значением σ, чем обычные материалы, но не могут стабильно работать при отсутствии интенсивного пучка частиц. Для регистрации одиночных частиц такие эмиттеры не могут быть применены.

Основной задачей дальнейших исследований в этой области является создание эмиттеров с высоким коэффициентом вторичной эмиссии, способных работать в отсутствии интенсивных пучков и имеющих при этом высокую стабильность.

В предыдущей работе [8] нами было сообщено об обнаружении управляемой аномальной вторичной эмиссии в разработанных нами эмиттерах при прохождении пучка электронов с энергией 50 *Мэв*.

В данной работе приводятся результаты исследования этого явления также и в эммитерах, у которых сплошная металлическая подложка заменена мелкоструктурной сеткой большой прозрачности.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Пучок электронов от линейного ускорителя с энергией 50 *Мэв* после поворотного магнита, пройдя через узкий коллиматор установки, проходит

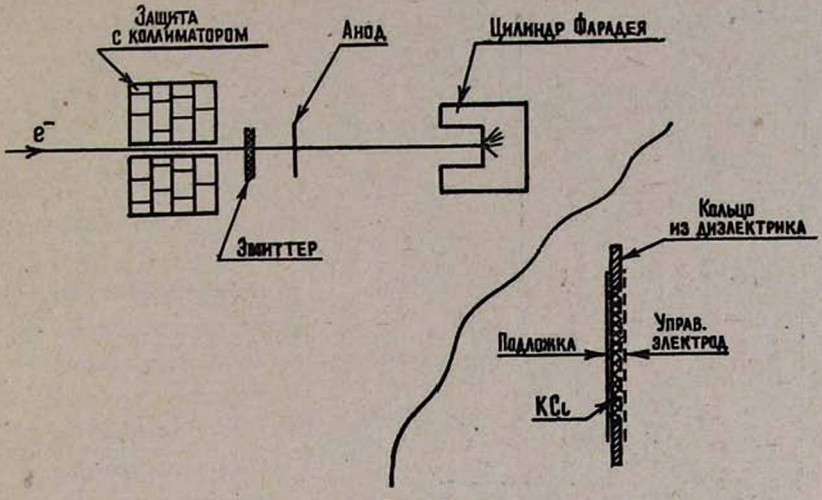

Рис. 1.

через исследуемый эмиттер и попадает в цилиндр Фарадея. Точность измерения тока пучка с помощью цилиндра Фарадея составляет 1%. Вторичный ток с эмиттеров измерялся с помощью тонкого анода (тонкого для первичного пучка), на который подавался постоянный положительный относительно эмиттера потенциал. Вакуум в системе был не хуже, чем 10^{-7} *торр*. На том же рис. 1 справа приведено схематическое изображение эмиттера. Он представляет собой систему из двух электродов: подложки и управляющего электрода, в пространстве между которыми находится рыхлый слой KCl с плотностью порядка 3%.

В качестве управляющего электрода, расположенного по направлению выхода вторичных электронов, применялась тонкая мелкоструктурная сетка с прозрачностью 80%.

Исследовались эмиттеры двух типов: эмиттеры, в которых подложка — это сплошная алюминиевая фольга толщиной 7 *мк*, и эмиттеры, в которых подложка — мелкоструктурная сетка, подобная управляющему электроду. Изучалась зависимость σ от потенциала на управляющем электроде — сетке относительно подложки. На рис. 2 приведены эти зависимости соответственно для эмиттера со сплошной алюминиевой подложкой и эмиттера с подложкой из сетки. Расстояние между электродами, т. е. толщина слоя KCl в обоих случаях порядка 100 *мк*. Из рисунков видно, что с ростом потенциалов на управляющем электроде σ вначале растет медленно, а затем наблюдается резкий рост. При напряжении V большем некоторого критического значения $V_{крит.}$ в пленке происходит пробой и наблюдается неограниченно большое значение эмиссии. Максимально достигнутое значение

σ_{max} соответствует устойчивой предпробойной эмиссии. При этом V несколько меньше, чем $V_{крит.}$. После пробоя при уменьшении напряжения пленка восстанавливает прежние эмиссионные свойства. Разница в

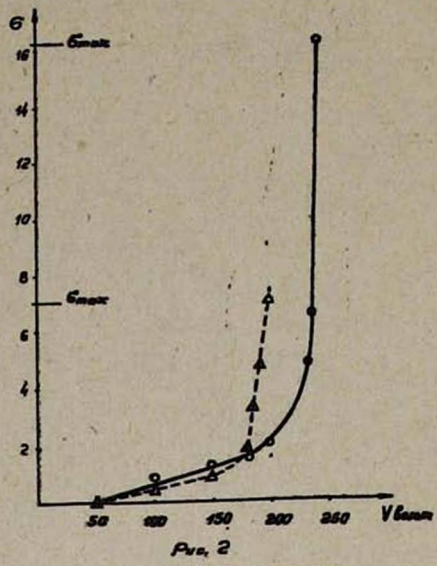

Рис. 2.

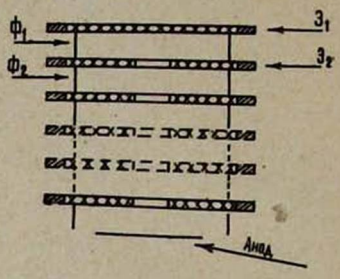

Рис. 3.

σ_{max} для двух эмиттеров не является следствием отсутствия сплошной проводящей подложки у одного из них, а на наш взгляд обусловлена наличием острых краев как в управляющей сетке, так и в подложке, что, естественно, улучшает условие возникновения пробоя. Из рис. 2 видно, что нет существенной разницы в характере вторичной эмиссии в обоих типах эмиттеров, что указывает на отсутствие роли проводящей подложки в механизме вторичной эмиссии так же и при высоких энергиях [9].

Таким образом, открывается возможность изготовления эмиттера с минимальным количеством вещества на пути частицы, что несомненно является важным требованием к детекторам частиц. Наблюдаемое в эксперименте σ не достаточно для измерения энергий одиночных частиц при ожидаемой логарифмической зависимости σ от энергии. Использование последовательно расположенных эмиттеров с отдельными системами, регистрирующими вторичные электроны, нецелесообразно, так как эти системы сами должны иметь большие коэффициенты усиления, высокую стабильность работы, с достаточно большой точностью иметь идентичные параметры и малые шумы, что технически трудно осуществимо.

Ниже описывается детектор, лишенный этих недостатков (рис. 3). Эмиттеры $Э_1$, $Э_2$ и т. д. представляют собой эмиттеры вышеописанного типа и имеют большой коэффициент вторичной эмиссии для частиц высоких энергий. В центре каждого эмиттера, кроме первого, имеется небольшое отверстие, а между эмиттерами установлены фокусирую-

щие электроды Φ_1, Φ_2 и т. д., с помощью которых производится фокусировка вторичных электронов и их вывод через отверстия последующих эмиттеров.

Заряженная частица, проходя через детектор, образует в каждом эмиттере вторичные электроны, которые фокусирующими системами направляются в отверстия эмиттеров.

Таким образом, вторичные электроны без потерь и без взаимодействия с веществом проходят через всю систему эмиттеров к общему аноду. Проводка и сборка вторичных электронов таким способом позволяет линейно суммировать электроны от всех эмиттеров без внесения дополнительных искажений.

Ереванский физический
институт

Поступила 27.VIII.1971

ЛИТЕРАТУРА

1. *М. П. Лорикян*, Изв. АН АрмССР, Физика, 2, 5, 376 (1967).
2. *М. П. Лорикян*, ПТЭ, 2, 6, 29 (1968).
3. *Г. М. Гарибян*, ЖЭТФ, 37, 527 (1959).
4. *А. И. Алиханян, Г. М. Гарибян, М. П. Лорикян* и др., ЖЭТФ, 44, 1122 (1963)
5. *E. L. Garvin, J. Edgecumbe*, SLAC—PUB, 156 (1965).
6. *Г. Г. Бахшян, Г. М. Гарибян*, Изв. АН АрмССР, Физика, 2, 6, 415 (1967).
7. *G. W. Goetse, A. M. Boerio* and *Green*, Journal of Applied Physics, 35, 482 (1964)
8. *М. П. Лорикян, Р. Л. Кавалов, Н. Н. Трофимчук* [и др., Изв. АН АрмССР, Физика, 6, 4, 297 (1971).
9. *М. П. Лорикян, Р. Л. Кавалов, Н. Н. Трофимчук*, Радиотехника и электроника, XIV, 5, 935 (1969).

ՂԵԿԱՎԱՐՎՈՂ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ԷՄԻՍԻԱՆ ԵՎ ՆՐԱ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԴԵՏԵԿՏՈՐՆԵՐՈՒՄ

Մ. Պ. ԼՈՐԻԿՅԱՆ, Ռ. Լ. ԿԱՎԱԼՈՎ, Ն. Ի. ՏՐՈՖԻՄՉՈՒԿ, Վ. Լ. ՍԵՐՈՎ

Աշխատանքում ուսումնասիրված է երկրորդային էլեկտրոնային էմիսիան փոքր խտության KCl-ում, մեծ էլեկտրական դաշտի առկայության դեպքում։

CONTROLLABLE SECONDARY ELECTRON EMISSION AND SOME POSSIBILITIES OF ITS UTILIZATION IN PARTICLE DETECTORS

M. P. LORIKIAN, R. L. KAVALOV, N. N. TROFIMTCHUK, W. L. SEROV

Transmission secondary electron emission from KCl low density films at high electric fields is studied in this paper.