

SLI 7601315

ԵՐԵՎԱՆԻ ԵՐԶՐԿԱՅԻՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՂԱՐԴՈՒՄ ԿԱՎՈՒՄ ԵՎ ԿՈՄՄՈՒՆԻԿԱՆԵ

ЕФИ-84(74)

*М.П.Лорикян, Р.А.Кавалов,
Н.Н.Трофимчук, А.Н.Арванов*

**УПРАВЛЯЕМАЯ ВТОРИЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ
ОТ ОДИНОЧНЫХ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ**



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-84(74)

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

А. Н. АРВАНОВ

УПРАВЛЯЕМАЯ ВТОРИЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ
ОТ ОДИНОЧНЫХ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

Ереван 1974

И.Н. ЛОРИКИАН, Р.И. КАВАЛОВ, Н.Н. ТРОФИМЧУК,
А.Н. АРВАНОВ

УПРАВЛЯЕМАЯ ВТОРИЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ
ОТ ОДИНОЧНЫХ БЫСТРЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

В работе исследована управляемая вторичная электронная эмиссия УВЭЭ при проходе через слой диэлектрика КСЭ одиночных электронов с энергией 0,7 - 2 МэВ. Получены вольт-эмиссионные характеристики $\bar{G} = f(E)$ и распределения вероятности эмиссии $P(n)$ для толщины эмиттеров 50 + 400 мк, а также сняты зависимости эффективности регистрации частиц от напряженности электрического поля в диэлектрическом слое $\eta = f(E)$. Приводятся энергетические распределения вторичных электронов. Определен свободный пробег вторичных электронов и получена верхняя граница временной дисперсии УВЭЭ.

Ереванский физический институт
Ереван 1974

Scientific Report EFN-84(74)

И.Н. ЛОРИКИАН, Р.И. КАВАЛОВ,
Н.Н. ТРОФИМЧУК, А.Н. АРВАНОВ

THE CONTROLLABLE SECONDARY ELECTRON
EMISSION FROM SINGLE FAST ELECTRONS

The controllable secondary electron emission CSEE from low density dielectric layers of KCI at the passage of single 0.7-2MeV electrons is investigated. The volt-emission characteristics of secondary emission $\bar{G} = f(E)$ and the statistical distribution of secondary electrons $P(n)$ are obtained for 50 - 400 μ m thick emitters and dependence of the efficiency of particle detection $\eta(E)$ on the value of electric field in the layer is measured. The energy distribution of secondary electrons is given. The free path of secondary electrons in the pores of KCI film is obtained and the upper bound on the time dispersion of CSEE is estimated.

Yerevan Physics Institute
Yerevan, 1974

(С) Ереванский физический институт, 1974

В последние годы всесторонне обсуждаются возможности применения вторичной электронной эмиссии для детектирования и идентификации частиц [1,2,3] и в связи с этим ведутся поиски эффективных эмиттеров. Детальные исследования, выполненные авторами работы [4], показали, что аномальная вторичная электронная эмиссия не может быть использована для регистрации одиночных частиц т.к. коэффициент вторичной эмиссии при этом падает от единицы и его флуктуация имеет широкое распределение.

Нами была исследована вторичная электронная эмиссия в условиях, когда электрическое поле в рыхлом диэлектрическом слое эмиттера создается не зарядкой при облучении пучком электронов, а с помощью двух электродов (подложки и управляющей сетки) находящихся в прямом контакте с поверхностями рыхлого диэлектрического слоя [5,6].

Мы обнаружили, что в этом случае эмиссия возникает при облучении пучком быстрых электронов ($E_e = 50$ Мэв) без предварительной зарядки эмиттера и приобретает управляемый характер, т.е. следует за потенциалом управляющей сетки. Это явление было названо управляемой вторичной электронной эмиссией УВЭЭ.

В работе [7] мы исследовали эмиттеры УВЭЭ при прохождении одиночных быстрых электронов.

В настоящей работе приведены результаты более детального исследования УВЭЭ при прохождении через эмиттер одиночных элек-

тронов с энергией $0,7 + 2$ Мэв.

Изучались эмиттеры КСЭ плотностью 2% от нормальной, при толщинах 50, 100, 200, 300, 400 микрон. Эмиттеры напылялись в атмосфере аргона.

Описание методики изготовления эмиттеров приводится в работах^[5,6]. Конструкция установки для измерений с одиночными электронами и методика обработки результатов описаны в работе.^[7] Измерение количества эмиттированных вторичных электронов производилось сцинтилляционным счетчиком с кристаллом антрацена, сигналы с которого подавались на многоканальный амплитудный анализатор. Быстрые первичные электроны, прошедшие через эмиттер, регистрировались вторым сцинтилляционным счетчиком, импульсы с которого управляли схемой совпадений на входе анализатора.

Отношение числа случаев, когда эмиттировался один электрон и более, к числу первичных электронов, прошедших через эмиттер, принималось за полную эффективность регистрации быстрых электронов η .

За средний коэффициент вторичной эмиссии $\bar{\epsilon}$ принималось отношение полного числа вторичных электронов к числу первичных, прошедших через эмиттер.

На рис. 1 и 2 проведены статистические распределения $P(n)$ числа вторичных электронов, эмиттированных на один первичный. Кривые сняты при разных значениях напряженности электрического поля $E = \frac{V_c}{d}$, где V_c - положительный потенциал управляющей сетки относительно подложки, d - расстояние между сеткой и подложкой. Из этих рисунков видно, что с ростом V_c распределения становятся более пологими, т.е. заметно растет число случаев

эмиссии с большим n .

Форма приведенных кривых и характер поведения $P(n)$ с увеличением V_c сохраняется также и для всех промежуточных толщин эмиттеров (100, 200, 300 мк.). На рис. 3 приведены зависимости средних значений $\bar{\delta}$ от E , т.е. вольт-эмиссионные характеристики для всех толщин эмиттеров. Как видно из рисунка, для всех толщин в области малых значений $\bar{\delta}$ слабо зависят от E , (это область сбора δ - электронов без усиления). Затем эта зависимость несколько усиливается (область умеренного роста $\bar{\delta}$, слабое усиление) и далее принимает крутой характер (область сильного роста $\bar{\delta}$). В этой области доминирует лавинное размножение вторичных электронов.

Максимальное значение $\bar{\delta}$ во всех случаях соответствует такому E , выше которого в цепи измерения наблюдались неустойчивости, которые могли быть вызваны локальными пробоями в эмиттере.

По методу, описанному в работе [8], из кривых $\bar{\delta} = f(E)$ был определен свободный пробег вторичных электронов в порах рыхлого слоя KCl . Усредненное значение L_e для всех толщин $L_e \approx 3,1 \times 10^{-4}$ см.

На рис. 4 приведена зависимость эффективности регистрации η от E для всех толщин эмиттеров. Рост η при увеличении E обусловлен тем, что увеличивается число δ -электронов, участвующих в процессе формирования вторичной эмиссии. Это увеличение происходит за счет ускорения в порах диэлектрика все более медленных вторичных электронов до энергий, достаточных для вытягивания их в вакуум.

Для толщин $d \geq 100$ мк., η достигает плато на уровне

0,7, однако это связано не с самим явлением вторичной эмиссии, а определяется прозрачностью самой управляющей сетки, которая была $\sim 70\%$. Быстрые первичные электроны свободно проходят через перемычки, в то время как эмиттированные вторичные, попадая в перемычки, поглощаются в них. Отсюда ясно, что полученные значения $\bar{\delta}$ и η соответственно меньше своих истинных значений на $\sim 30\%$. При измерениях с управляющей сеткой, прозрачность которой $\sim 88\%$, мы получили плато по эффективности $\eta = 0,87 \pm 0,02$ для толщин эмиттеров $d = 300 + 400$ мк. Таким образом, можно предположить, что и в этом случае эффективность ограничивается именно прозрачностью управляющей сетки. С другой стороны, при толщине эмиттера $d = 50$ мк эффективность выходит на плато при $\eta \approx 0,59$, хотя прозрачность управляющей сетки была равной $\sim 70\%$, т.е. при этой толщине эффективность ограничивается, по-видимому, количеством δ - электронов, образованных в слое эмиттера первичной частицей.

В настоящей работе мы также показали, что все процессы, определяющие ЛВЭЭ, происходят в объеме диэлектрического слоя, а роль проводящей подложки незначительна.

Для этого был исследован эмиттер KSe $d = 100$ мк, $\rho = 2\%$, в котором роль проводящей подложки выполняла медная мелкоструктурная сетка с прозрачностью $\sim 60\%$. При этом распределения $P(n)$, кривые $\bar{\delta} = f(E)$ и $\eta = f(E)$ с точностью до ошибок измерения совпали с идентичными кривыми для эмиттера с теми же параметрами, но со сплошной проводящей подложкой (фольга Al , толщ. 7 мк). Применяя метод задерживающего потенциала, мы измерили энергетические спектры вторичных электронов для эмиттера $d = 100$ мк.

На рис.5 приведены спектры вторичных электронов при $V_c = 300$ в в зависимости от числа эмиттированных электронов. Как видно из рисунка, средняя энергия электронов в спектре понижается с ростом числа эмиттированных электронов. Восемь важным параметром с практической стороны является оценка быстродействия изучавшейся нами эмиссии УВЭЭ.

Применив для регистрации вторичных электронов пластический сцинтиллятор и быстрый фотоумножитель, мы определили верхнюю границу длительности процесса эмиссии $\tau \leq 3$ нсек.

Авторы считают своим приятным долгом выразить глубокую благодарность А.Ц.Аматуни и С.Г.Матияну за содействие и постоянный интерес к работе, а также В.Г.Гаваяну за большую помощь, оказанную при обработке результатов.

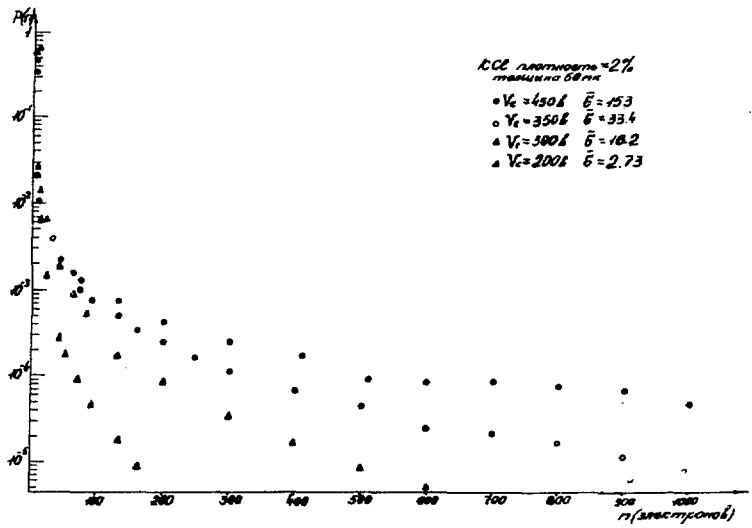


Рис. 1а

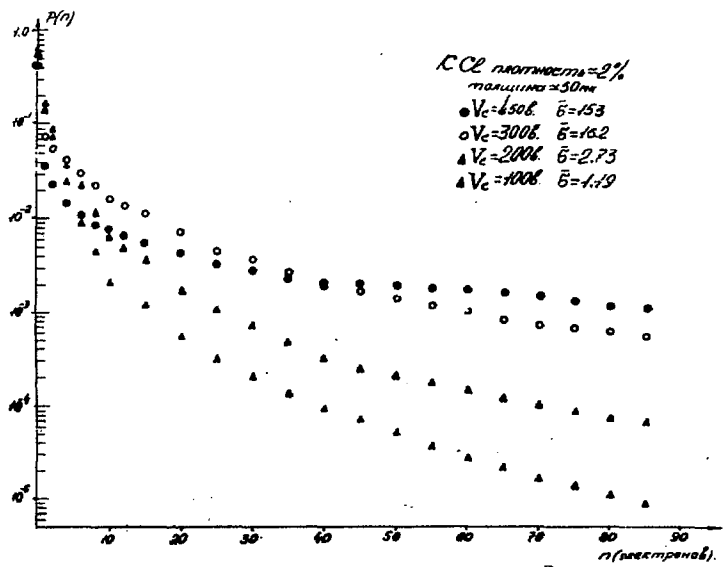


Рис. 1б

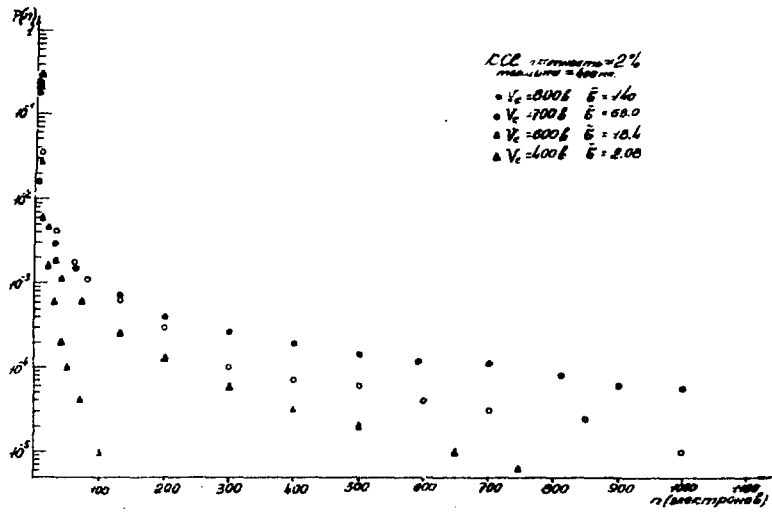


Рис.2в

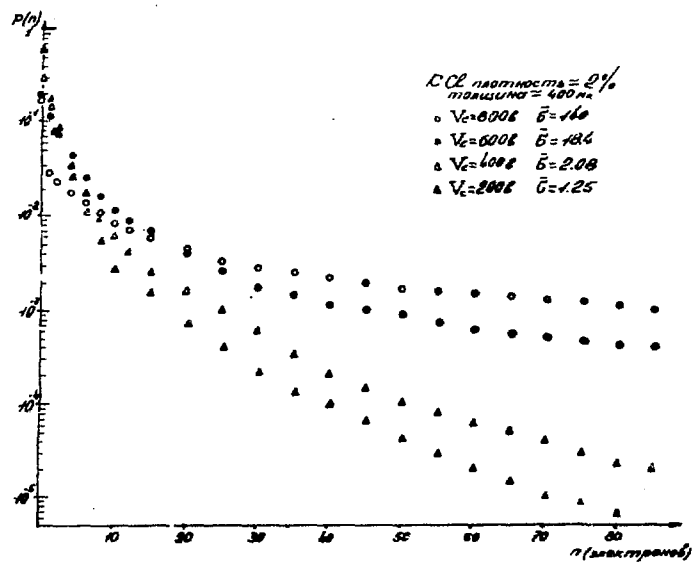


Рис.2б

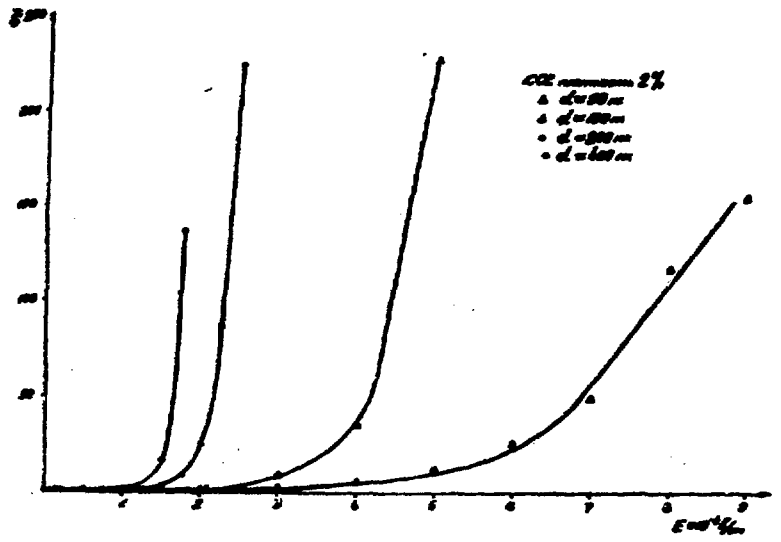


Рис. 3

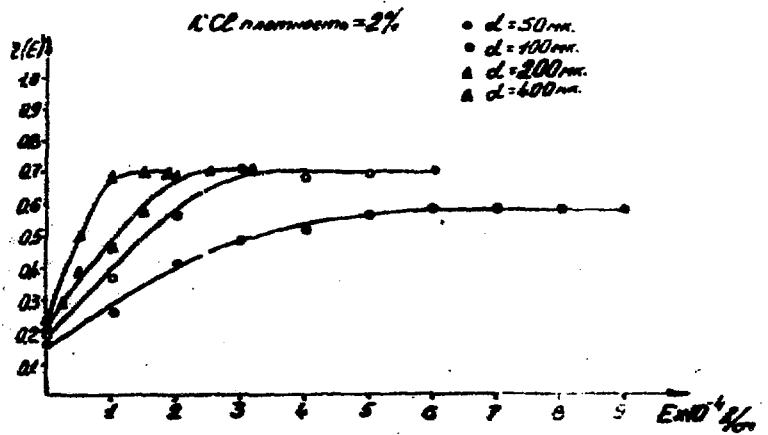


Рис. 4

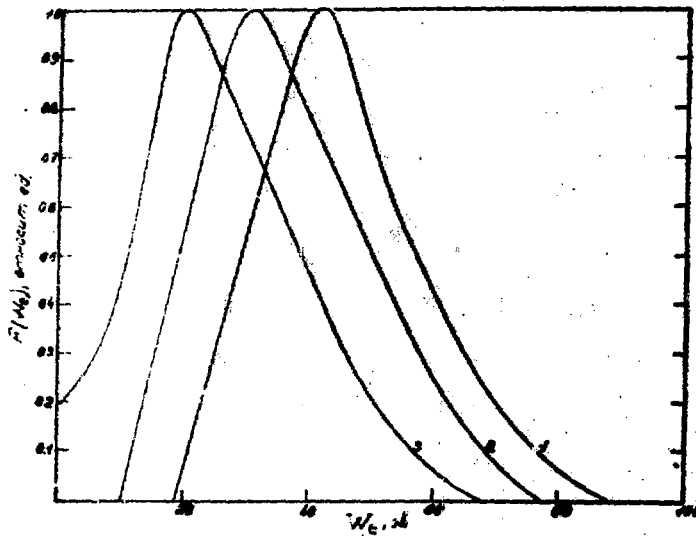


Рис. 5

Рис.1 Статистическое распределение $P(n)$ числа вторичных электронов, эмиттированных на один первичный, для эмиттера КСВ толщиной 50 мк.

На рис.1(б) начальный участок кривых приведен в увеличенном масштабе.

з.2 Статистическое распределение $P(n)$ числа вторичных электронов, эмиттированных на один первичный, для эмиттера КСВ толщиной 400 мк.

На рис. 2(б) начальный участок кривых приведен в увеличенном масштабе.

Рис.3 Вольт-эмиссионные характеристики эмиттеров $\bar{E} = f(E)$

Рис.4 Эффективность регистрации быстрых первичных электронов $\eta = f(E)$

Рис.5 Энергетические спектры вторичных электронов для эмиттера толщиной 100 мк при $V_c = 300$ в.

Кривая 1 получена для актов эмиссии с числом вторичных электронов $n = 1 \div 10$, кривая 2 - для $n = 10 \div 100$, кривая 3 - для $n = 100 \div 1000$.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.П.Лорикян. ПТЭ 2, 29, (1968).
2. М.Р.Lorikian. Proceedings of the International Symposium on Nuclear Electronics, Versailles, (1968).
3. J.Llacer, E.L.Garwin. SLAC-PUB-619, June (1969)
4. E.L.Garwin and J.Llacer J.Applied.Phys.41,N.4 (1970).
5. М.П.Лорикян, Р.Л.Кавалов, Н.Н.Трофимчук, Э.Е.Давтян. Изв. АН Арм.ССР, Физика 6, 298 (1971).
6. М.П.Лорикян, Р.Л.Кавалов, Н.Н.Трофимчук, В.Л.Серов. Изв.АН Арм.ССР, Физика 7, 118 (1972)
7. М.П.Лорикян, Р.Л.Кавалов, Н.Н.Трофимчук. Научное сообщение ЕФИ-40 (1973)
8. H.Jacobs, J.Freely and F.Brand, Phys.Rev. 88, E.3, 1(1952).

Рукопись поступила 2 июля 1974г.



Редактор А.П.Мукаян

Заказ 0908

ВФ-03408

Тираж 300

Подписано к печати I/XI-74 г. Формат издания 30 x 40

0,8 уч.изд.л.Ц.5 к.

Отпечатано на ротапринте

Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Маркаряна 2