

И. Д. КИРВАЛИДЗЕ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЗАРЯЖЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ И НИЖНЯЯ ГРАНИЦА ВТОРИЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ ОТ МОНОКРИСТАЛЛА NaCl

(Представлено академиком А. Ф. Иоффе 11 I 1940)

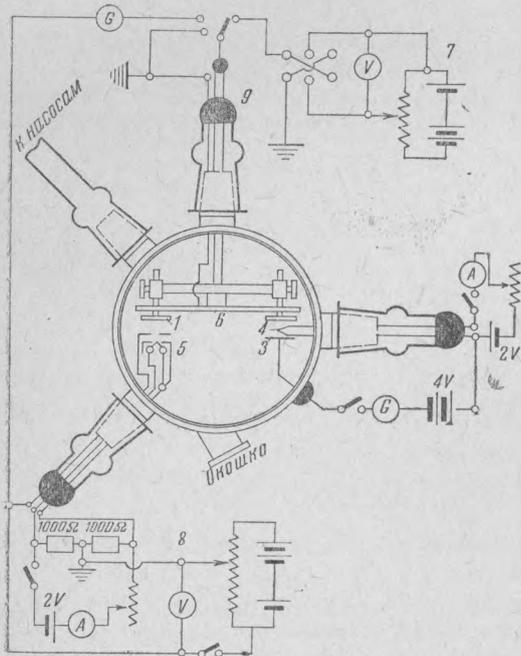
При облучении диэлектрика электронами поверхность диэлектрика в зависимости от энергии первичных электронов заряжается положительно, отрицательно или заряжения не происходит. В первом случае (когда поверхность диэлектрика заряжается положительно) коэффициент вторичной электронной эмиссии $\sigma > 1$. Во втором случае (при отрицательном заряде поверхности диэлектрика) коэффициент вторичной электронной эмиссии $\sigma < 1$. В третьем же случае, когда поверхность диэлектрика не заряжается, коэффициент вторичной электронной эмиссии $\sigma = 1$. Изучение вторичной электронной эмиссии из диэлектриков затрудняется тем, что поверхность диэлектрика заряжается и за счет заряжения поверхности диэлектрика меняется скорость первичных электронов.

Удобным методом для изучения коэффициента вторичной электронной эмиссии из диэлектриков является так называемый тепловой метод ⁽¹⁾. Сущность теплового метода изучения вторичной электронной эмиссии из диэлектриков заключается в том, что при повышении температуры диэлектрика электропроводность сильно возрастает. С теоретической точки зрения очень интересно определение нижней границы вторичной электронной эмиссии от диэлектриков. Определение порога вторичной электронной эмиссии для диэлектриков тепловым методом возможно при таких температурах, когда проводимость изучаемого диэлектрика достаточна для того, чтобы его поверхность не заряжалась. Для изучения нижней границы вторичной электронной эмиссии от диэлектриков при низких и комнатной температурах, как известно, нет удобного метода.

Если мы сможем экспериментально определить знак заряжения поверхности диэлектрика, тогда без непосредственного измерения коэффициента вторичной электронной эмиссии можно заключить, что $\sigma > 1$ (потенциал заряжения положительный) или $\sigma < 1$ (потенциал заряжения отрицательный). Таким образом для определения нижней границы вторичной электронной эмиссии u_0 (u_0 — минимальная скорость первичных электронов, от которой начинаются явления вторичной эмиссии) требуется только способ измерения потенциала заряжения поверхности диэлектриков.

Схема включения и прибор, с помощью которого мною производились измерения потенциала заряжения диэлектриков, показаны на фиг. 1,

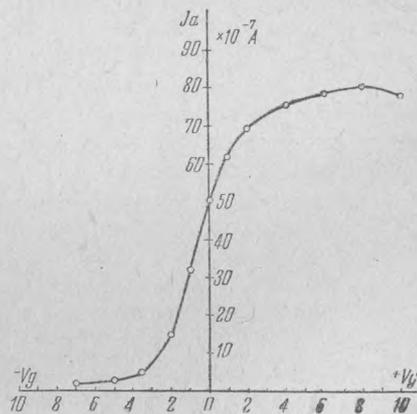
где 1—кристалл, 2—управляющий электрод, 3—анод, 4—нить накала электронной лампы, 5—электронная пушка, 6—защитный экран, 7—схема подачи потенциала на управляющий электрод, 8—схема для накала нити в электронной пушке и создания ускоряющего поля для электронов. Измерения производились в следующем порядке.



Фиг. 1.

Выкалывался кристалл NaCl и быстро помещался в прибор на место, указанное в схеме цифрой 1. После этого снималась характеристика трехэлектродной лампы прибора, состоящей из системы анода 3, нити накала 4 и управляющего электрода 2. Характеристика, т. е. зависимость $I_a = f(v_g)$ (анодного тока от потенциала на управляющий электрод), дана на фиг. 2. Затем шлиф 9 поворачивался на 180° и отмечался ток на анод; i_0 —это нулевой ток, когда на месте управляющего электрода стоит незаряженный кристалл. При замене управляющего электрода кристаллом параметры катодной лампы меняются, но можно подобрать такое расстояние от анода до кристалла, чтобы ток I_0 (при нулевом потенциале на управляющем электроде) и i_0 (нулевой ток при кристалле) были бы близки друг к другу. После этого шлиф 9 поворачивается снова на 180° и включается схема 8 для бомбардировки диэлектрика. Пусть u —скорость первичных электронов (в электроновольтах). Через некоторое время (30—50 сек.) схема 8 выключается, шлиф 9 поворачивается на 180° (т. е. на место управляющего электрода помещается бомбардированный кристалл) и определяется анодный ток, который, допустим, равен i' . Анодному току i' соответствует v' —потенциал заряжения поверхности кристалла (в этом случае управляющим электродом является заряженный кристалл.) Согласно характеристике (фиг. 2) току на анод, превышающему нулевой, соответствует положительный потенциал на управляющем электроде, а меньшему нулевого — отрицательный. Исходя из этого, кристалл, бомбардируемый электронами со скоростью u eV заряжен: отрицательно, если $i' < i_0$, положительно, если $i' > i_0$.

Для определения критической скорости первичных электронов, при которой начинается вторичная электронная эмиссия, важно только определение знака потенциала заряжения, а не его абсолютного значения.



Фиг. 2.

В настоящей работе дается только знак заряжения и определяется нижняя граница для скорости электронов, при которой поверхность кристалла начинает заряжаться положительно, т. е. определяется порог вторичной эмиссии.

Результаты сведены в таблицу, где I_0 —нулевой ток при металлическом управляющем электроде, i_0 —нулевой ток при кристалле на месте управляющего электрода, u —ускоряющее поле в электронной пушке, i_1 —ток на анод при кристалле, подвергнутом бомбардировке.

№ кристаллов	I_0 $\times 10^{-7}$ А	i_0 $\times 10^{-7}$ А	u	i_1 $\times 10^{-7}$ А	Знак заряжения	Примечания
3	54	49	4,0	45	—	Новый кристалл
3	54	45*	6,0	38	—	Тот же кристалл
3	54	38	6,9	22,5	—	» » »
5	56	47	7,0	41	—	Новый кристалл
5	56	41	8,5	36	—	Тот же кристалл
5	56	36	9,5	33	—	» » »
9	52	45	9,5	41	—	Новый кристалл
9	52	41	10,5	40	—	Тот же кристалл
9	52	40	11,5	43	+	» » »
10	56	45	11,5	48	+	Новый кристалл
10	56	48	14	51	+	Тот же кристалл
10	56	51	15	55	+	» » »

Приведенные в таблице значения I_0 и i_0 значительно разнятся друг от друга, но это не имеет значения для определения знака потенциала заряжения. Если мы хотим определить абсолютное значение потенциала заряжения диэлектрика**, то определение последнего будет тем точнее, чем меньше разница между I_0 и i_0 . Из таблицы видно, что при скоростях электронов до 11,5 V кристалл заряжается отрицательно, начиная с 11,5 V заряд на кристалл положительный. Таким образом можно считать, что вторичная эмиссия от монокристалла каменной соли начинается приблизительно при скоростях 11 V первичных электронов.

Лаборатория электронных явлений в диэлектриках
Государственного университета им. Сталина
Тбилиси

Поступило
30 XII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М. М. Вудынский, ЖТФ, VIII, вып. 9 (1938). ² Kalaschnikow, ZS. für Physik, 69, 380 (1931). ³ Н. Hintenberger, ZS. für Physik, 114, 98 (1939).

* Нулевой ток заряженного кристалла будет i_1 , так как опыт продолжается на заряженном кристалле.

** В опытах как у Калашникова (²), так и у Гинтербергера (³) измерения знака и абсолютного значения заряжения диэлектриков производились при помощи электрометра.