

З. А. ГОЛЬДМАН

ВЫПРЯМИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ И ФОТОЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА СЕЛЕНОВЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ И НЕАДДИТИВНОСТЬ ИХ ФОТОПРОВОДИМОСТИ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 29 III 1954)

1. Изучались селеновые фотоэлементы с сильным выпрямительным действием, т. е. такие, у которых запорное действие было сосредоточено в преобладающей степени или исключительно у одного электрода (переднего). Измерялись вольт-амперные характеристики при действии внешнего напряжения как при затемненном фотоэлементе, так и при весьма интенсивном освещении: I — коротковолновым светом с $\lambda < 650 \text{ м}\mu$ (светофильтр — 3,5% водный раствор хлорной меди в слое толщиной 5 см), II — длинноволновым светом с $\lambda > 670 \text{ м}\mu$ (светофильтр из подобранных красного и фиолетового стекла) или же светом I и II одновременно. Во всех случаях внешнее сопротивление в цепи фотоэлемента было мало. Основной результат: весьма интенсивное освещение фотоэлемента светом I ($\lambda < 650 \text{ м}\mu$) переводит выпрямительную характеристику фотоэлемента в прямолинейную.

На рис. 1 для сопоставления характеристик, полученных при различных условиях освещения, по оси абсцисс откладываются «эффективные» напряжения, под которыми разумеется алгебраическая сумма фотоэдс и падающего на фотоэлемент внешнего напряжения. При токе в запорном направлении в масштабе рисунка кривая 4 не отходит заметно от оси абсцисс.

2. Выпрямительная характеристика затемненного фотоэлемента по Шоттки ⁽¹⁾ связана с объемным зарядом, нарастающим вглубь полупроводника при возрастании тока в запорном направлении и сокращающимся при нарастании тока в пропускном направлении. В пределах запорного слоя сила поля, вследствие наличия объемного заряда, увеличивается по направлению к электроду, а потому при стационарном токе концентрация свободных носителей электричества убывает по направлению к электроду. Расширение запорного слоя ведет к увеличению его сопротивления, а сжатие — к уменьшению вплоть до полного исчезания этой «переменной» части сопротивления при напряжении, которое Шоттки называет шлюзовым. Сопротивление, остающееся при напряжениях больших шлюзового, представляет «постоянную», т. е. не меняющуюся с напряжением, часть общего сопротивления фотоэлемента. В наших измерениях «переменное» сопротивление фотоэлемента при запорном направлении тока без освещения или при освещении светом II в десятки раз превышало «постоянное» сопротивление. Интенсивное освещение I устраняло запорное действие, иными словами, устраняло приэлектродный объемный заряд и связанное с ним «переменное» сопротивление.

Устранение действием освещения I объемного заряда равнозначно появлению электродвижущей силы. Появление фотоэлектродвижущей силы отображает факт выравнивания приэлектродного диффузионного равновесия.

Изменение «постоянного» сопротивления при освещении I невелико. Например, на рис. 1 наклон прямой 1 несколько больше наклона прямолинейной части характеристики 4, а именно, сопротивление в последнем случае равно 215Ω , а при освещении I 195Ω .

3. Вольт-амперная характеристика при освещении II представлена кривой 2. Выпрямительное действие в значительной мере сохранилось.

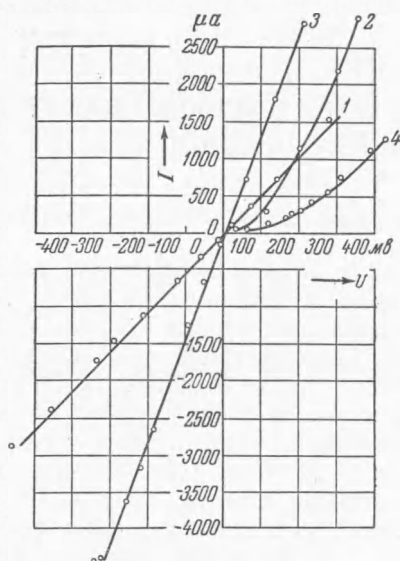


Рис. 1. Зависимость тока через селеновый фотоэлемент площадью в 20 см^2 от эффективного напряжения. 1 — при освещении светом I; 2 — при освещении светом II; 3 — при одновременном освещении I и II; 4 — в темноте

При напряжении $\pm 240\text{ мВ}$ коэффициент выпрямления был у затемненного фотоэлемента 46, а при освещении II равен 20. При токе в пропускном направлении наклон прямолинейной части характеристики при освещении II значительно больше наклона графика 1 или 4. «Постоянное» сопротивление при освещении II равнялось 84Ω против 215Ω без освещения, т. е. было уменьшено в 2,5 раза.

Итак, специфическое действие света II заключалось в значительном уменьшении «постоянного» сопротивления фотоэлемента, а специфическое действие света I состояло в устранении запирающего слоя вместе со связанным с ним «переменным» сопротивлением фотоэлемента.

4. При одновременном действии длинноволнового и коротковолнового освещения последнее частью или полностью устраняет «переменное» сопротивление, а в то же время длинноволновое освещение значительно уменьшает «постоянное» сопротивление. Сочетание этих двух специфических действий ведет к явлению неаддитивности

в селеновых фотоэлементах с запирающим слоем, а именно, совместное действие длинноволнового и коротковолнового света вызывает фототок, в отдельных случаях значительно превышающий сумму фототоков, полученных при раздельном действии этих излучений.

Величина неаддитивности определяется тем, что при добавлении длинноволнового света сохраняется вызванная коротковолновым светом величина электродвижущей силы, «переменное» сопротивление может быть устранено светом I, а «постоянное» сопротивление значительно уменьшено светом II. Например, при измерениях с фотоэлементом с площадью 10 см^2 при токе в запирающем направлении и эффективном напряжении 300 мВ были получены следующие значения токов: в темноте — $3\mu\text{А}$, при освещении I $800\mu\text{А}$, при освещении II $20\mu\text{А}$, а при одновременном освещении светом I и II $1600\mu\text{А}$. Таким образом, при этих условиях подсветка светом II вызвала усиление фототока на $783\mu\text{А}$, что в 40 раз превышало фототок, вызываемый освещением II самим по себе.

Неаддитивность у фотоэлементов с запирающим слоем впервые была описана Ляпикиком⁽²⁾ для меднозакисных фотоэлементов. Условия, благоприятствующие появлению сильной неаддитивности у селеновых фотоэлементов, установлены автором⁽³⁾.

Поступило
8 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. Schottky, Zs. f. Phys., 113, 367 (1939); 118, 539 (1941). ²Ch. Lapique, C. R., 196, 1301 (1933). ³ З. Гольдман, Изв. АН СССР, сер. физ., 16, 110 (1952).