

## НОВЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИДЕЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ МИКРОПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ АНОМАЛЬНОГО ФОТОНАПРЯЖЕНИЯ

**Г.Ф.Жураева<sup>1</sup>**

*Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени  
Мухаммада ал-Хоразмий, Узбекистан, [gjurayeva@mail.ru](mailto:gjurayeva@mail.ru)*

**М.Кадамова<sup>2</sup>**

*Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени  
Мухаммада ал-Хоразмий, Узбекистан,*

**М.Розалийев<sup>3</sup>**

*Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени  
Мухаммада ал-Хоразмий, Узбекистан*

**Аннотация:** В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований эффекта аномального фотонапряжения. Сформулированы и определены пути изучения свойств элементов аномального фотонапряжения (АФН). Приведены результаты экспериментальных исследований для определения микропараметров АФН-пленок.

**Ключевые слова:** аномальное фотонапряжение (АФН), магнито-оптические свойства, фототок, микропараметры АФН-пленок, подложка, предельная область, примеси.

Известно, что в теории эффекта аномального фотонапряжения толщина слоя является важным параметром, и по этой причине пленки часто являются хорошим средством экспериментальной проверки таких теорий [1,2]. Однако, чтобы получить однозначные результаты нужно сохранять неизменными различные структурные свойства пленок. Это требует полного понимания влияния параметров напыления и условий осаждения в вакууме. Сильно структурно разупорядоченные (неоднородность, анизотропность) полупроводниковые пленки могут отличаться от массивных образцов. Причинами отклонений параметров массивных образцов могут послужить малая толщина пленок, большое отношение поверхности к объему и возможное сильное структурное разупорядочение (неоднородности). Малая толщина пленки может причиной возникновения таких явлений, как туннельный эффект, увеличение (рост) электросопротивления, когда толщина сравнима с глубиной проникновения магнитного поля, происходят изменения магнито-оптических свойств. Кроме возрастания поверхностного рассеяния носителей приводит к росту электросопротивления. Результаты электронно-микроскопических исследований поверхности слоя, оценки размеров отдельных

микроструктур и наблюдения отношения сопротивления толщины слоя с величинами фотонапряжений показали, что АФН-эффект наблюдается в пленках, толщина которых приблизительно соответствует линейным размерам микроструктур [3].

Естественно, с ростом толщины слоя шунтирующие действия объема слоя возрастают. В области малых толщин существенную роль начинают играть сопротивление утечки отдельных микроструктур [4].

Эксперименты показывают, что для каждого (материала) АФН-пленки существует предельная область толщины (ПОТ), при которой наблюдается АФН-эффект.

Распределение конденсата по приемлемой поверхности подложки зависит от формы испарителя и подложки, а также от расстояния и расположения испарителя относительно подложки. В зависимости от формы испарителя испарение может происходить или равномерно во всех направлениях, или в каком-то предпочтительном направлении. С этой точки зрения испарители могут быть разделены на точечные и направленные. Точечный называется испаритель в виде сферы, диаметр которой мал по сравнению с расстоянием до подложки и с температурой, одинаковой во всех точках его поверхности. Для получения АФН-пленки необходимо стремиться к равномерному распределению пленки по толщине на поверхности подложки. Такое распределение достигается, например, при помощи точечного испарителя конической формы, расположенного на расстоянии порядка 300 мм от подложки. Экспериментально установлено, что при этом длина подложки должна быть порядка 20÷30 мм. Предельная область углового коэффициента молекулярного потока лежит в области порядка  $<0,05$ . Если это условие выполняется, фотоактивное число микроструктур возрастает и процесс суммирования элементарных  $\left(\frac{kT}{q}\right)$  фотонапряжений происходит и АФН-эффект наблюдается.

Совокупность экспериментальных данных магнито-оптических исследований даёт возможность определить микропараметры с точностью порядка выше, чем методом Холла. В связи с этим экспериментальное изучение эффекта Фарадея [3] может представлять двойной интерес: при известной эффективной массе по измеренным значениям вращения плоскости поляризации может быть определена концентрация носителей заряда либо соотношение между концентрациями тяжелых и легких дырок, и наоборот-если известна концентрация носителей, то можно найти значение эффективной массы. Результаты изучения вращения Фарадея в АФН-пленках с изовалентными примесями показывают, что действительно выполняется квадратичная зависимость угла вращения плоскости поляризации от длины волны ( $\alpha \sim \lambda^2$ ).

Такая зависимость была обнаружена многими авторами на самых различных полупроводниковых материалах. Согласно работе [6] спомощью простых вычислений для фотонапряжения в p-n-p- ячейке линейно растет с увеличением освещенности пленки при малых интенсивностях света ( $I_{\phi}=aI \ll I_S$ ) и сублинейно с выходом на насыщение

$$U_{\text{АФН}} \approx \frac{kT}{q} \ln \left( \frac{a_1 I_{S2}}{a_2 I_{S1}} - 1 \right) \quad (1)$$

где,  $I_{\phi}$ - фототок;  $I_S$ - ток насыщения,  $a_1, a_2$ - коэффициенты, имеющие смысл fotocувствительностей переходов, зависят от коэффициента поглощения  $\alpha$ , толщины пленки  $d$ , длины диффузии носителей  $L$ , скоростей поверхностной рекомбинации, а также  $D/L$ .

Фототоки через переходы пропорциональны освещенности ( $J$ ), т.е.,

$$I_{\phi 1} = a_1 J, \quad (2)$$

$$I_{\phi 2} = a_2 J, \quad (3)$$

В частности, при слабом различии, полагая

$$a_1 - a_2 = \eta \cdot a \ll a, \quad I_{S1} \approx I_{S2} \approx I_S, \quad I_{S2} - I_{S1} = b I_S \ll I_S \quad (4)$$

имеем,

$$U_{\text{АФН}} = \frac{kT}{q} (\eta + \beta), \quad (5)$$

где  $\eta$ - дифракционная эффективность;  $\beta$ - угол между направлениями колебаний в анализаторе в той же осью эллипса, что, при  $b=0$  совпадает с соответствующим выражением из [6]. Согласно из теоретических и экспериментальных данных [5,6], из выражения фотомагнитного тока

$$I_{\text{ФМЭ}}^{\text{max}} = \frac{qt}{2,72d} \mu L^2 B \quad (6)$$

где,  $t$ -ширина пленки,  $d$ - толщина пленки.

Можно найти значение  $L^2$ . Зная значение  $\mu L$  и  $\mu L^2$ , легко определить подвижность  $\mu$  и длину диффузии носителей, а вместе с ними коэффициент диффузии  $D = \frac{\mu kT}{q}$  и время жизни  $\tau = \frac{qL^2}{\mu k_0 T}$ . Из короткого участка спектра фотонапряжения при фронтальном освещении по формуле

$$U_{\text{ФМЭ}}^{\text{нас}} = \frac{2kT}{\pi q} \mu N B \quad (7)$$

Из наклона прямой гаусс-вольтовой зависимости ФМЭ можно также найти величину произведения  $i$ , зная –число микрофотоэлементов  $N$  в АФН-пленке. С помощью значений  $\mu, N, L$  из коротковолновой области спектра  $U_{\text{ФМЭ}}(I_0)$ , используя формулу

$$U_{\text{ФМЭ}} = \frac{4NkT}{\pi q} \cdot \frac{qtI_0L}{I_S} \mu B \quad (8)$$

Нетрудно определить значение темнового тока насыщения  $I_S$ .

В вышеизложенной методике определены микропараметры тройных сплавов с изовалентными примесями. Найденные значения микропараметров для образцов длиной 13,4 мм, толщиной порядка 0,51 мкм и шириной 4,2 мм составляли:  $N=8 \cdot 10^4$  шт;  $\mu=28$  см<sup>2</sup>/В·с;  $L=5 \cdot 10^{-6}$  см;  $\tau=4 \cdot 10^{-12}$  с;  $D=8,15$  см<sup>2</sup>/с. Эрстетт-вольтовые и эрстетт-амперные характеристики были измерены в коротковолновом ( $\lambda=400$  нм,  $I_0=8 \cdot 10^{14}$  квант/см<sup>2</sup>·с) свете, ток насыщения был равен  $I_S=5 \cdot 10^{-8}$  А, что существенно превышало значения тока короткого замыкания вентильного фотоэффекта  $I_{\Phi} = 2I_0 = 1,6 \cdot 10^{-9}$  А, условие  $I_{\Phi} \ll I_S$ , при этом люкс-вольтовая зависимость фотомагнитного эффекта линейно, выполнялась.

### Литература:

1. Жураев Нурмахамад Маматович, Искандаров Усмонали Умарович, Жураева Гулноза Фазлитдиновна, & Юлдашев Ахрорбек Дилшоджон угли. (2022). Аспекты проекта внедрения и применения токового трансформатора с платформой arduino uno для энергоснабжения дистанционных стационарных объектов телекоммуникаций солнечными панелями. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 10, 329–334. Retrieved from
2. Аспекты проекта внедрения и применения токового трансформатора с платформой arduino uno для энергоснабжения дистанционных стационарных объектов телекоммуникаций солнечными панелями.  
Н.М Жураев, У.У Искандаров, Г.Ф Жураева..., *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 2022
3. Усмонали Умарович Искандаров, & Жураева Гулноза Фазлитдиновна. (2022). Разработка устройства охраны и безопасности в импульсном режиме с невидимым лазерным лучом. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 10, 252–256. Retrieved from
4. O.S.Rayimjonova, Kh.T.Yuldashev, U.Sh. Ergashev, G.F.Juraeva, L.R.Dalibekov., Photo converter for reserch of characteristics laser IR radiation. *International journal of advanced research in science, engineering and technology*
5. Nurdinova Raziya khon Abdikhalikovna, Rayimjonova Odina hon Sodikovna. Ergashev Shohbozjon Umarali ugli, Tillaboyev Muhiddin G'anijonovich. Anomalous photovoltaic effect in dielectrics, *International Journal of Advance Scientific Research*.
6. Rayimjonova O. S., Makhmudov I. A., Tillaboyev M. G. Model and Method of Intellectualization of the Processes of Providing Resources and Services of the Multiservice Network //Eurasian Research Bulletin. – 2022. – Т. 15. – С. 196-200.