

INFLUENCE OF MECHANICAL DEFORMATION ON PHOTOSENSITIVITY PROPERTIES OF THIN SEMICONDUCTOR FILMS

Siddiqov Rustamjon O'ktamovich

Kokand branch of Tashkent State Technical University

sidrus1073@mail.ru

ABSTRACT

The article presents arguments about the influence of mechanical deformation on the photosensitivity properties of thin semiconductor films.

KEY WORDS

photosensitivity,
semiconductor film,
phototensor, deformation,
tension, compression.

INTRODUCTION

Изучение эффекта тензочувствительности в фоточувствительных полупроводниковых материалах и создание на их основе приемников звука, датчиков давления, фотоприемников ИК-излучения и фото-тензодатчиков в широком спектральном диапазоне определяет новую область физики и техники полупроводников и полупроводниковой тензометрии.

Для увеличения фоточувствительности тонких полупроводниковых пленок в них вводятся примеси, образующие глубокие уровни в запрещенной зоне. В настоящее время экспериментально установлено, что под действием механической деформации изменяется энергия ионизации глубоких примесных центров это, в свою очередь, обуславливает изменение концентрации и времени жизни носителей заряда в деформированном полупроводнике с глубокими примесными центрами.

Отметим, что существенное влияние механических деформаций на свойства фоточувствительных образцов обнаружено, в основном, у пленок, которые изготовлены из смеси $CdSe$ (20%)+ CdS (80%) и при температуре отжига $T_{отж} \geq 500^{\circ}C$. Пленки подвергали деформации растяжения и сжатия в диапазоне от $\varepsilon = -3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. до $\varepsilon = +3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед.

Исследования ВАХ и ЛАХ при различных освещенностях и механических деформациях показали, что во всех случаях при растяжении пленок ток через образец уменьшается, а при сжатии растёт, что хорошо отражено на деформационной кривой фототока пленки (рис.1). Люкс-амперная характеристика исследованных образца при различных значениях механической деформации приведена на рис.2. Видно, что линейная ЛАХ при $\varepsilon = 0$ переходит

в суперлинейную при $\varepsilon > 0$, а при $\varepsilon < 0$ в сублинейную зависимость, которые объясняются барьерным механизмом фотопроводимости.

Вольтамперные характеристики образцов до (кривая 1 на рис.1.) и после (кривая 2) деформации растяжения в темноте и при освещении ($1', 2'$) представлены на рис.1. Видно, что как темновой, так и световой ток через образец при деформации растяжения уменьшается, причём, здесь световой ток уменьшается незначительно.

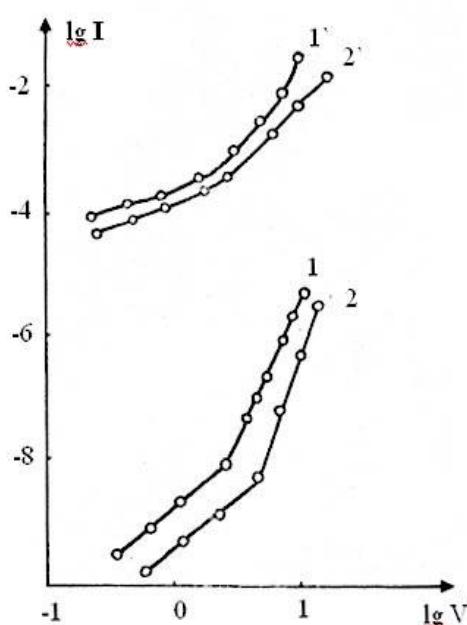


Рис.1. ВАХ пленок CdSe (20%) + CdS (80%) в темноте (1, 2) и при освещении (1', 2'). Величина деформации растяжения $\varepsilon=0$ (1, 1'); $3 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. (2, 2').

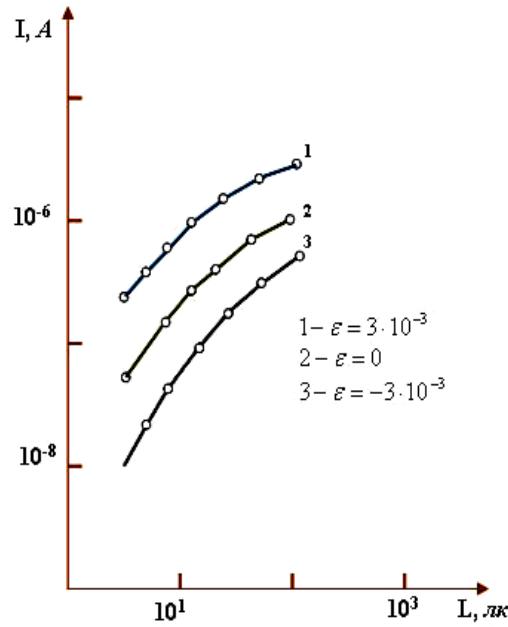


Рис.2. Люкс-амперная характеристика при значениях деформации: $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-3}$ (кривая 1), 0 (кривая 2), $3 \cdot 10^{-3}$ (3) отн.ед.

Допустим, что падение напряжения на каждом потенциальном барьеере равно $\frac{V}{m}$ (м-число барьеров вдоль прохождения тока), тогда ВАХ образцов можно написать следующим образом [1] :

$$I = I_0 \exp \left[-e \left(\varphi - \frac{V}{m} \right) / kT \right], \quad (1)$$

где $e\varphi$ — высота барьера. С помощью (4.5.1) найдём сопротивление образца

$$R = R_0 \exp \left[e \left(\varphi - \frac{V}{m} \right) / kT \right]. \quad (2)$$

При деформации растяжения увеличивается высота барьеров и наблюдается уменьшение тока через образец. Для ВАХ деформированного образца (1) и (2) можно переписать следующим образом:

$$I^\varepsilon = I_0 \exp \left[-e \left(\varphi^\varepsilon - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (3)$$

или

$$R^\varepsilon = R_0 \exp \left[e \left(\varphi^\varepsilon - \frac{V}{m} \right) / kT \right] \quad (4) \quad \text{Из}$$

выражений (1), (3) и рис 1., можно определить высоту барьеров, как это сделано в работе [1]. Эксперименты и расчёты показали, что высота межкристаллитных барьеров в исследуемых фото- и тензорезистивных пленках при деформации растяжения $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. изменяется от $0,3 \pm 0,03 \text{ эВ}$ до $0,35 \pm 0,03 \text{ эВ}$.

Следует отметить, что при освещении образцов наблюдается уменьшение тензочувствительности и слабая зависимость подвижности от температуры, которые, по-видимому, связаны с уменьшением высоты барьера под действием света. Тензочувствительность плёнок в некоторых случаях даже исчезает при больших интенсивностях освещения.

В заключении можно сказать, что механическая деформация существенно влияет на ход ЛАХ пленок, изготовленных в области малых интенсивностей света, что обусловлено наличием потенциальных барьеров, при высоких интенсивностях ЛАХ почти не зависит от механических деформаций.

Использованная литература

1. Слуцкая В.В. Тонкие пленки в технике СВЧ.- Москва: Советское радио, 1967.-328 С.
2. Каримов М., Султонов Ш.Д. Влияние механической деформации на фотоэлектрические свойства поликристаллических пленках CdSexS1-x. Научно-технический журнал ФерПИ . 2004. № 2. С. 20-23.
3. Алимов Н.Э., Ботиров К.А., Мовлонов П., Отажонов С.М., Халилов М.М. Изучение деформационных эффектов в нанокристаллических фоточувствительных активированных тонких пленках p-CdTe. Журнал физики и инженерия поверхности, 2016, том 1, С. 140-144.
4. Сиддиқов, Рустамжон Ўқтамович. "СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОРЕЗИСТИВНЫХ И ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ." *Science and Education* 2.3 (2021): 221-225.
5. Сиддиқов, Рустамжон Ўқтамович. "ИНЖЕКЦИОННЫЙ ЛАЗЕР НА ГОМОПЕРЕХОДЕ." *Conferencea* (2023): 123-125.
6. Сиддиқов, Рустамжон Ўқтамович. "Люминесценция в полупроводниках." *Science and Education* 4.2 (2023): 810-815.
7. Siddiqov, Rustamjon O'ktamovich, and Abror Qahramonovich Asqarov. "Blox funksiyasining hisoblash usullari." *Science and Education* 3.4 (2022): 22-26.
8. Adhamjon, Akbarov, and Nurmatov Sardor. "METHODOLOGY OF GRAPHIC COMPETENCE DEVELOPMENT OF FUTURE ENGINEERS BASED ON AN INNOVATIVE APPROACH." *American Journal of Technology and Applied Sciences* 7 (2022): 10-12.