

ФОТОЭДС В МОНОКРИСТАЛЛАХ CuGaSe_2

И.ГАСЫМОГЛЫ, И.А.МАМЕДОВА, Г.С.МЕХТИЕВ

Институт Физики НАН Азербайджана

г.Баку AZ-0143, пр.Г.Джавида, 33

CuGaSe_2 monokristalını 30 dəqiqə müddətində məxsusi işıqla şüalandırdıqdan sonra yaranan fotoe.h.q. hadisəsi öyrənilmişdir. Analoji təcrübə sabit elektrik sahəsinin təsiri ilə də aparılmışdır. Mənfi fotoehq müşahidə olunmuşdur. Spektrin uzundalğalı oblastında mənfi fotoehq kristaldakı qeyri-bircinsliliklə bağlıdır. Qısadalğalı oblastda isə səth rekombinasiyasının payı fotodaşıyıcıların yaşama müddəti və ümumi sayını azaldır.

Изучены явления фотоэдс в монокристаллах CuGaSe_2 после 30 минутной обработки собственным светом. Аналогичный опыт повторялся под действием электрического поля. Наблюдается отрицательный фотоэдс. Наличие отрицательной фотоэдс в длинноволновой области спектра связано с наличием неоднородности образца, а в коротковолновой области вклад поверхностной рекомбинации уменьшает время жизни и общее число фотоносителей.

There has been studied photoemf in CuGaSe_2 single crystals after the processing by own light. Analogical experiment was carried out under the electrical field. Negative photoemf is observed. Negative photoemf at the longwavelength of spectra is connected with the non-uniformity of sample, but in the shortwavelength range, the contribution of surface recombination reduces the life time and total number of photocurrents.

Монокристаллы CuGaSe_2 являются одним из представителей класса тройных п/п-ых соединений группы $A^{\text{I}}B^{\text{III}}C_2^{\text{VI}}$, кристаллизующихся в структуре халькопирита (пр.гр. D_{2d}^{12}). Это соединение является перспективным для использования в полупроводниковом приборостроении, в частности, для создания фотоэлементов, светодатчиков для технических целей. В [1] исследована зависимость тока короткого замыкания в монокристаллах CuGaSe_2 .

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования тока короткого замыкания в образцах CuGaSe_2 облученных собственным светом ($\lambda=700$ nm), а также спектры фотопроводимости образцов обработанных постоянным электрическим полем ($U=50$ В) в зависимости от времени обработки.

Исследованные монокристаллы CuGaSe_2 были получены методом газотранспортных реакций. В качестве переносчика использовался кристаллический йод. В качестве контактов использована жидкая эвтетика In-Ga и In. Контакты тщательно были защищены от света. Освещение осуществлялось монохроматором MDR-23. При измерении тока короткого замыкания образец подключался к электрометру В7-30. Спектр регистрировался самописцем КСП-4. Образцы имели р-тип проводимости. Удельное сопротивление полученных кристаллов изменялось в широких пределах. (1 к Ω – 1,4 М Ω). Были исследованы низкоомные (1 к Ω) и высокоомные (1,4 М Ω) образцы CuGaSe_2 при 77 и 300 К (рис. 1 и 2).

При комнатной температуре зависимость тока короткого замыкания $I_{\text{кз}}$ от длины волны имеет сложный вид. Максимум тока короткого замыкания наблюдается при 720 nm. Однако как с коротковолновой, так и с длинноволновой стороны от максимума значения $I_{\text{кз}}$ имеют отрицательный знак. При понижении температуры до 77К увеличивается максимум $I_{\text{кз}}$ увеличивается. В низкоомных образцах в отличие от высокоомных при комнатной температуре зависимость $I_{\text{кз}} \sim f(\lambda)$ принимает отрицательное значение. При температуре 77К максимум $I_{\text{кз}}$ увеличивается и

расщепляется (рис.2). Расщепленные максимумы соответствуют 725 nm (1,71 eV) и 780 nm (1,59 eV). Можно полагать, что максимумы при 1,71 eV и 1,59 eV связаны с электронными переходами из валентных подзон Γ_4 и Γ_5 в зону проводимости. Энергетическое расстояние между подзонами равно 0,12 eV. Значение энергии межзонного перехода 1,71 eV соответствует значению, приведенному в [2]. Также как у высокоомных образцов с коротковолновой и длинноволновой стороны от максимума значения $I_{\text{кз}}$ тока короткого замыкания имеет отрицательный знак.

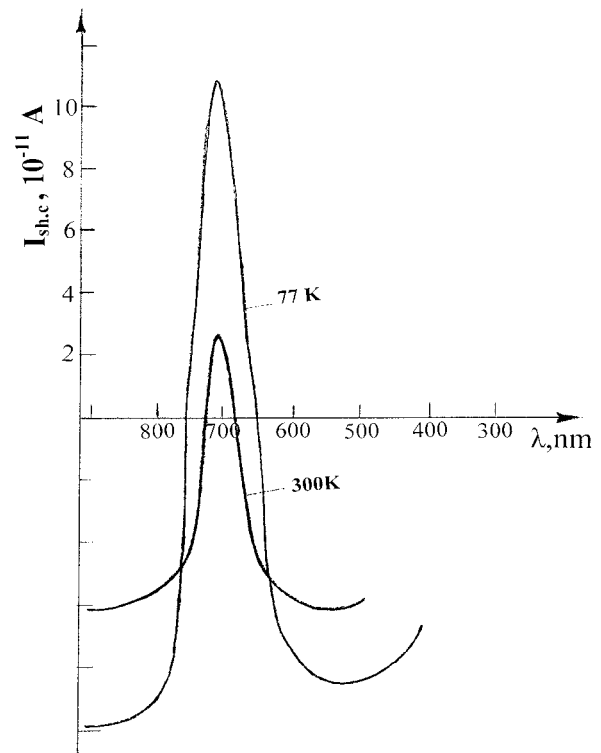


Рис.1 Спектральная зависимость тока короткого замыкания при 300К и 77К в высокоомном CuGaSe_2

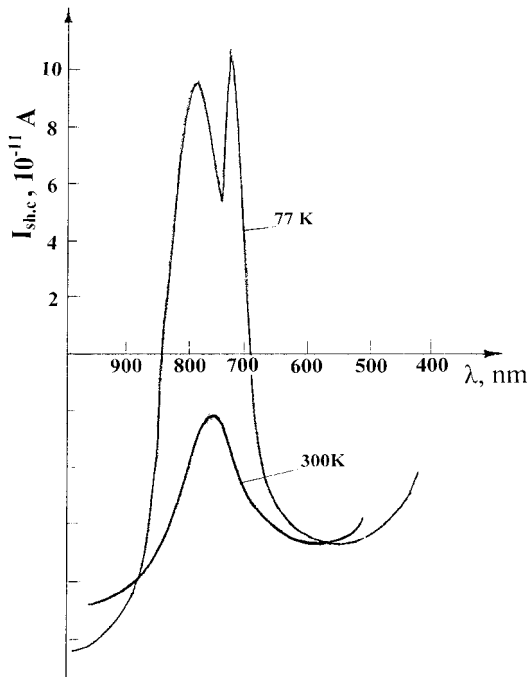


Рис.2 Спектральная зависимость тока короткого замыкания при 300К и 77К в низкоомном CuGaSe_2

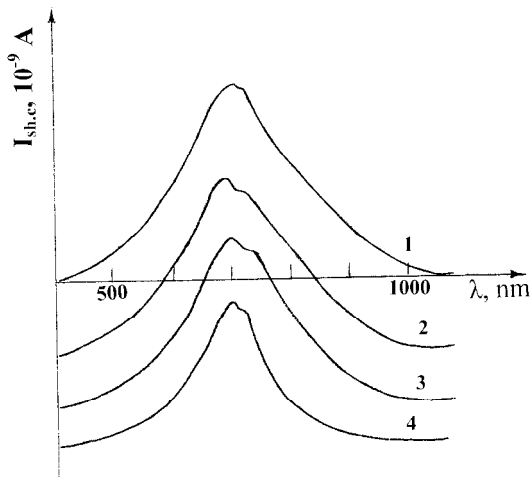


Рис.3 Спектральная зависимость тока короткого замыкания обработанного материала постоянным электрическим полем (50 V) CuGaSe_2 (1-исходный спектр, 2,3,4-спектры обработанных материалов 2- время обработки $t=5$ мин., 3 - $t=10$ мин., 4 - $t=15$ мин).

В общем случае спектральную зависимость фотоэдс можно объяснить наличием градиента концентрации вследствие разной скорости диффузии электронов и дырок и разделением зарядов вследствие пространственной неоднородности образцов. В области слабого поглощения света $\lambda > 650$ nm, по-видимому, наличие отрицательного знака $I_{кз}$ связана с наличием неоднородной фотоэдс вследствие неоднородности образца [3]. При увеличении длины волны возбуждающего излучения в области вблизи края собственного поглощения из-за увеличения межзонного поглощения наступает перебор носителей из валентной зоны в зону проводимости, наблюдается максимум тока короткого замыкания, т.е. наблюдается межзонная фотоэдс.

В коротковолновой области спектра в высокоомных образцах при 300 и 77 К и низкоомных образцах при 77 К значение тока короткого замыкания принимает отрицательный знак. Это можно объяснить тем, что за краем собственного поглощения при энергиях больше E_g , где коэффициент поглощения принимает большие значения $\sim 10^3 \text{ см}^{-1}$, поглощение света происходит вблизи поверхности кристалла, возрастает вклад поверхностной рекомбинации, который уменьшает эффективное время жизни и общее число фотоносителей. Последнее приводит к уменьшению сигнала фотоэдс.

Аналогичный эксперимент был проведен при измерении тока короткого замыкания после обработки стабильным полем при разных значениях времени обработки (рис.3). С повышением времени обработки ток короткого замыкания уменьшается, значение тока принимает отрицательные значения (рис.3). Можно предположить, что такое явление связано с тем, что при обработке электрическим полем локальные уровни в запрещенной зоне освобождены и при воздействии излучения носители захватываются на освобожденные уровни и возникает фотоэдс. Обычно фотоэдс состоит из двух составляющих: поверхностной и объемной. В зависимости от их вклада, фотоэдс может принимать различные значения. Можно полагать, что уменьшение фотоэдс в зависимости от времени обработки обусловлено уменьшением объемной фотоэдс [4].

[1]. *I.Kasumoglu, T.G.Kerimova, I.A.Mamedova* "The influence γ -radiation on electrophysical properties of chalcopyrite structure compounds" TPE-06 3rd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, may 29-31, 2006, Ankara, Turkey

[2]. *Н.П.Пономарева, А.Ю.Серов, Н.В.Боднар* «Примесное поглощение и люминесценция кристаллов CuGaSe_2 », ФТТ, 2007, т.49, в.1, р.23-26

[3]. *А.В. Долгих, В.М.Залетин, А.Ф.Кравченко* «Исследование фотоэдс в дийодиде ртути», ФТП, в.9, т.12, 1983

[4]. *К.Касумов, И.Г.Гасымов* «Аномальный эффект Дембера в монокристаллах CuGaSe_2 » Докл.АН Азерб. Т.XLVI, №3, 1990, стр.19-22