

УДК 538.958

DOI: 10.17223/00213411/62/9/123

*Т.М. ГАДЖИЕВ¹, Б.А. БИЛАЛОВ², М.А. АЛИЕВ¹, Р.М. ГАДЖИЕВА¹, Г.А. АЛИЕВ²***КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА ПЛЕНОК $\text{CuIn}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{Se}_2$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕНИЗАЦИИ**

Методами спектроскопии комбинационного рассеяния света исследованы пленки $\text{CuIn}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{Se}_2$ толщиной 0.6–1.5 мкм, полученные при температурах селенизации от 300 до 550 °С. Выявлена оптимальная температурная область селенизации $500\text{ °С} \leq T_{\text{sel}} \leq 550\text{ °С}$ и необходимая толщина металлического слоя $d > 1$ мкм, для формирования качественной тонкой пленки $\text{CuIn}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{Se}_2$. Показано, что пленки $\text{CuIn}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{Se}_2$, полученные по предложенной нами технологии, приемлемы для использования в качестве активного фоточувствительного слоя высокоэффективных преобразователей солнечного излучения.

Ключевые слова: комбинационное рассеяние, тонкие пленки, солнечные элементы, селенизация, колебательные моды.

Введение

Тонкие пленки $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Se}_2$ (CIGS) признаны перспективными материалами для использования в качестве оптически-активного слоя в тонкопленочных солнечных элементах нового поколения [1]. Эффективность преобразования солнечной энергии структурами на основе тонких пленок CIGS в настоящее время уже достигает величин $\eta \approx 21.7\text{--}22.3\%$ [2, 3]. В зависимости от выбора технологии получения тонких пленок CIGS наблюдается разброс электрофизических и фотоэлектрических параметров фотопреобразователей, что связано, в первую очередь, с формируемой в пленках микроструктурой и их фазовым составом.

Методы изготовления солнечных элементов на основе CIGS можно разделить на две основные группы: вакуумные и химического осаждения [4]. Одними из самых перспективных являются различные многостадийные методы получения тонких пленок CIGS, основанные на отжиге и селенизации интерметаллических прекурсоров [5]. Преимуществом селенизации в атмосфере, содержащей селен, является отсутствие необходимости точного контроля технологических параметров синтеза, поскольку металлические прекурсоры в виде тонких пленок поглощают необходимое для стехиометрии количество селена.

Установлено, что в ряде случаев при селенизации интерметаллической пленки образуется смесь фаз бинарных селенидов, что усложняет исследование механизмов селенизации. Одной из особенностей тонких пленок CIGS, полученных методом селенизации, является возможное неравномерное распределение галлия по толщине. Такое поведение галлия, особенно при его больших концентрациях, может привести к обогащению поверхности пленок селенидами меди и к скапливанию галлия к границе токосъемного электрода, что может негативно влиять на параметры солнечных элементов [5].

Спектральные зависимости комбинационного рассеяния света (КРС) тонких пленок CIGS характеризуются доминирующими модами с максимумами в области $150\text{--}179\text{ см}^{-1}$, что соответствует основной моде A1 для халькопирита CIGS [6–9]. Показано [6–9], что положение этой моды зависит от: 1) относительного содержания Ga/(In+Ga); 2) эффектов беспорядка, связанных с наличием кристаллических дефектов в объеме рассеяния; 3) дефицита Cu в решетке CIGS; 4) эффектов, связанных с искажениями кристаллической решетки. При отклонениях от стехиометрии наблюдаются моды, соответствующие соединению Cu_xSe .

Изучение процессов разделения фаз и формирования однофазной пленки CIGS является ключевым моментом при изготовлении высококачественных поглощающих слоев. В данной работе представлены результаты исследования влияния температуры селенизации и толщины на спектральные зависимости КРС пленок $\text{CuIn}_{0.95}\text{Ga}_{0.05}\text{Se}_2$.

1. Объекты исследования и эксперимент

Осаждение предварительных интерметаллических пленок медь – индий – галлий (CIG) на стеклянных подложках проводилось на автоматизированном магнетронном комплексе «БАТТ АМК-МИ» (ООО «ФерриВатт», г. Казань) распылением сплавной мишени CIG на постоянном то-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>