

ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЯ CdIn_2S_4

ЗАФАР КАДЫРОГЛЫ, Д.Т. ГУСЕЙНОВ, Т.Г. КЕРИМОВА, М.А. АЛИЕВ

*Институт Физики им. академика Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана**г. Баку AZ-0143, пр. Г.Джавида,33; zafark58@mail.ru*

SnO_2 - polimer matrisa daxilində CdIn_2S_4 nazik təbəqəli quruluş alınmışdır. Aşkar edilmişdir ki, alınan quruluş 450÷1200 nm dalğa uzunluğu bölgəsində işığa həssasdır, həssaslığın maksimumu 640÷660 nm dalğa uzunluğu aralığında yerləşir və o, fotovoltaik effektə malikdir. SnO_2 - CdIn_2S_4 quruluşunun volt-ampere xarakteristikası tədqiq edilmiş, açıq dövrə gərginliyi ($U_{ad}=86$ mV) və qısa qapanma cərəyanı ($I_{qq}=4.8$ nA) müəyyən olunmuşdur.

Получена тонкопленочная структура SnO_2 - CdIn_2S_4 в полимерной матрице. Обнаружено, что полученная структура фоточувствительна в области длин волн 450÷1200 нм с максимумом в диапазоне длин волн 640÷660 нм и обладает свойством фотовольтаического эффекта. Исследована вольт-амперная характеристика структур SnO_2 - CdIn_2S_4 . Определены напряжения холостого хода ($U_{xx}=86$ мВ) и ток короткого замыкания ($I_{кз}=4,8$ нА).

Thin-film structure of SnO_2 - CdIn_2S_4 in a polymer matrix has been obtained. It was observed, that the obtained structure is photosensitive in the range of wavelength 450÷1200 nm with the maximum in the 640÷660 nm region and has photovoltaic effect property. Current-voltage characteristic of the structure SnO_2 - CdIn_2S_4 has been investigated. The open-circuit voltage ($U_{o,c}=86$ mV) and the short-circuit current ($I_{sh,c}=4.8$ nA) have been determined.

Соединение CdIn_2S_4 относится к классу тройных алмазоподобных полупроводниковых соединений с общей формулой $A^{II}B_2^{III}C_4^{VI}$, кристаллизуется в кубической структуре шпинели (пр.гр. $O_h^7 Fd3m$), имеет ширину запрещенной зоны $E_g^{ind}=2,28$ эВ и $E_g^{ind}=2,62$ эВ при 300К [1]. Это соединение обладает высокой фоточувствительностью и яркой люминесценцией в видимой области спектра. Интерес к этому полупроводнику связан с возможностью практического применения в оптоэлектронике в качестве фоточувствительного элемента [2-4]. В настоящее время интенсивно изучаются также тонкопленочные структуры на основе CdIn_2S_4 [5,6].

Для синтеза соединения CdIn_2S_4 использовались исходные компоненты Cd, In и S, которые в стехиометрическом соотношении загружались в кварцевую ампулу и откачивались до 10^{-4} мм рт. ст. Затем ампула содержащая навеску, помещалась в горизонтально расположенную и предварительно нагретую печь до температуры 900-1000°C. Для предотвращения взрыва ампулы в процессе синтеза, ампула медленно вдвигалась в печь. После полного прохождения реакции температура печи поднималась до температуры, превышающей температуру плавления соединения на 10-20°C. При этом, происходит переплавка продукта реакции, которая продолжается 1-1,5 часа. По окончании переплавки температура в печи понижалась со скоростью 200 град/час до температуры 500°C, а затем печь выключалась и ампула остывала вместе с печью. При этом получают однородные слитки, окрашенные в красный цвет. CdIn_2S_4 имеет n-тип проводимости. Введенные примеси и недостаток индия или кадмия не конвертируют тип проводимости $n \rightarrow p$.

Нами созданы фоточувствительные структуры на основе полупроводника CdIn_2S_4 в полимерной матрице. Изготовление структур производилось следующим образом. Сначала поликристаллы соединения CdIn_2S_4 измельчались в шаровой мельнице в течение 1 часа. При этом получается порошок, размеры частиц которого не превосходят 2-3 мкм, затем этот порошок смешивается с полимером, растворенном в бензоле. Перемешивание

производилось в шаровой мельнице в течение 1 часа. Этот процесс обеспечивал равномерное распределение частиц CdIn_2S_4 в полимере и отчасти дальнейшее измельчение частиц до требуемой степени. Полученная эмульсия наносилась на медную пластинку. Затем стекло с проводящим покрытием SnO_2 прижималось к эмульсии. При этом бензол, входящий в состав эмульсии быстро испарялся, а другие компоненты эмульсии частицы CdIn_2S_4 в полимерной матрице тонким слоем (20-30 мкм) закрепляются между проводящим стеклом и медной пластинкой. После этого полученная структура высушивалась. Проводящее стекло (SnO_2 -окисел олово с $E_g=3,5$ эВ) и Cu имеют различные работы выхода. Проводящее покрытие практически не мешает прохождению солнечного излучения. На рис.1 представлена схематическая диаграмма структур на основе CdIn_2S_4 .

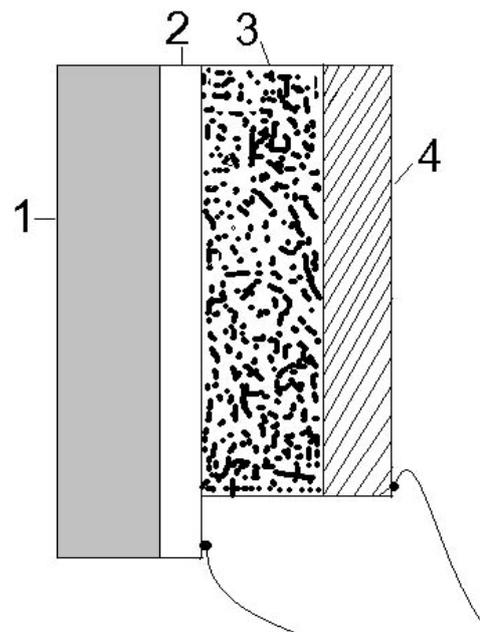


Рис.1. Схематическая диаграмма структур солнечных элементов на основе CdIn_2S_4 : 1-стекло; 2-проводящее покрытие; 3- CdIn_2S_4 в полимерной матрице; 4-медная пластинка.

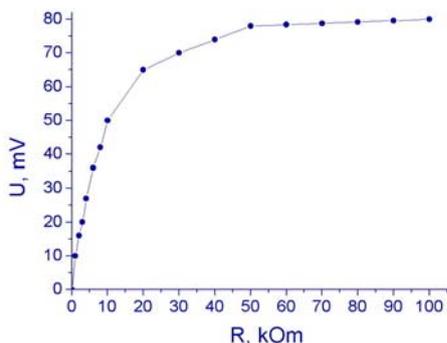


Рис.2. Зависимость напряжения холостого хода от нагрузочного сопротивления.

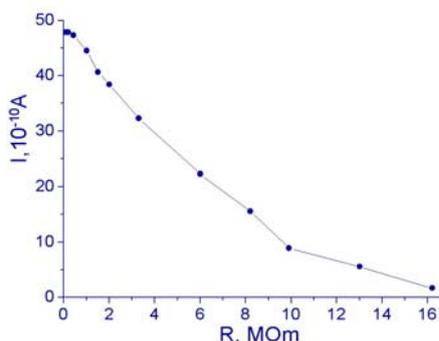


Рис.3. Зависимость тока от нагрузочного сопротивления.

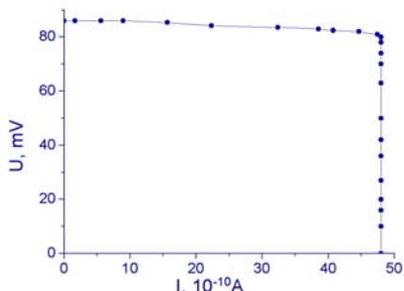


Рис.4. Вольтамперная характеристика освещенного солнечного элемента.

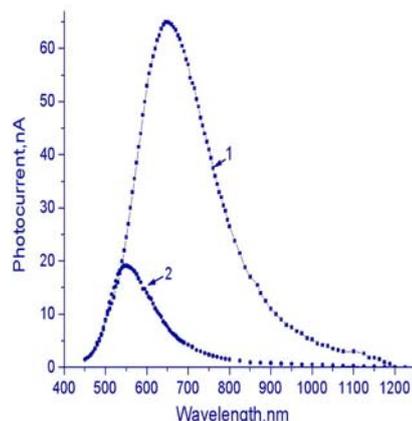


Рис.5. Спектральное распределение структур $SnO_2-CdIn_2S_4$ при температурах 300K (кривая 1) и 77K (кривая 2) при $U=5$ В.

Обнаружено, что полученные структуры $SnO_2-CdIn_2S_4$ фоточувствительны и обладают свойством фотовольтаического эффекта. Исследована зависимость напряжения и тока от нагрузочного сопротивления в вентильном режиме (рис.2 и 3), нагрузочная вольт-амперная характеристика освещенного солнечного фотоэлемента при комнатной температуре (рис.4). Полученные результаты показали наличие потенциального барьера на контакте $SnO_2-CdIn_2S_4$. Определены напряжения холостого хода $U_{xx}=86$ мВ и ток короткого замыкания $I_{кз}=4,8$ нА.

Изучено также спектральное распределение фототока структуры $SnO_2-CdIn_2S_4$ при температурах 77 и 300K (рис.5). Как видно из рисунка при комнатной температуре структура обладает фоточувствительностью в области длин волн $450\div 1200$ нм (рис.5, кривая 1), с примесным максимумом в диапазоне $640\div 660$ нм, обусловленный ионизацией рекомбинационных центров в $CdIn_2S_4$ [7]. При температурах жидкого азота структура становится чувствительной в области длин волн $450\div 800$ нм, и максимум фототока сдвигается в сторону коротких волн ($540\div 560$ нм) (рис.5, кривая 2).

- [1]. *H. Nakanishi*. Fundamental Absorption Edge in $CdIn_2S_4$. – Jpn. J. Appl. Phys., 1980, Vol.19.№1, pp.103-108.
- [2]. *Д.Т.Гусейнов, Т.Г.Керимова, Зафар Кадыроглы*. Эффекты, обусловленные отгалкивающим барьером в соединении $CdIn_2S_4$ ФТП, 1996, т.30, в.6, стр.974 -979.
- [3]. *Зафар Кадыроглы, Т.Г.Керимова, Д.Т.Гусейнов*. Влияние центров окруженных отгалкивающим барьером на неравновесные процессы в $CdIn_2S_4$.-Труды международной конференции «Fizika-2005», Баку, 2005, стр. 849-852.
- [4]. *Зафар Кадыроглы, Д.Т. Гусейнов, Т.Г. Керимова*. Исследование центров фоточувствительности в монокристаллах $CdIn_2S_4$.-Труды шестой международной научно-технической конференции «Микроэлектронные преобразователи и приборы на их основе», Баку-Сумгаит, 2007,стр.76-78.
- [5]. *Kwang Joon Hong*. Growth and optoelectrical properties of $CdIn_2S_4$ epilayers by hot wall epitaxy. - Journal of Ceramic Processing Research.2005, Vol.6, №3, pp. 201-204.
- [6]. *A.V.Kokate, L.V.Gavalli, S.I.Mulla, P.P.Hankare, B.K.Chougull*. Photoelectrochemical properties of electrochemically deposited $CdIn_2S_4$ thin films.-J. Phys. Chem. Solids, 2006, Vol.67, №11, pp.2331-2336.
- [7]. *Г.Б. Абдуллаев, В.Б. Антонов, Г.Л. Бельский, Д.Т. Гусейнов, Р.Х.Нани, Э.Ю.Салаев*. Фотопроводимость монокристаллов $CdIn_2S_4$, схема рекомбинации. - Изв.АН ССР, Серия физ.-тех. и мат. наук, 1971, №4, стр.127-131.