

УДК 539.534.9

**СТРУКТУРА СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ
ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ РАЗНЫХ РАСТВОРОВ В ТРЕКОВЫЕ ТЕМПЛЭЙТЫ SiO_2/Si
НАНОКРИСТАЛЛОВ CdTe**

Балахаева Р.К.¹, Кәрім Қ.Б.²

brk1001@yandex.kz

¹ Докторант ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

² Магистрант ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Баймуханов З.К.

Целью настоящего исследования является получение нанокристаллов CdTe методом электрохимического осаждения в трековый темплэйт а- SiO_2/Si -n.

CdTe - прямозонный [полупроводник](#) группы A^{II}B^{VI} с $E_g = 1,49$ эВ при 300 К[1]. Как известно, теллурид кадмия относится к материалам, наиболее подходящим для создания солнечных элементов [2]. Это обусловлено шириной запрещенной зоны, близкой к оптимальному значению, а также большим коэффициентом поглощения света во всем спектральном диапазоне фоточувствительности [3].

Развитие полупроводниковой техники требует создания оптоэлектронных приборов, работающих в широком спектральном диапазоне от инфракрасной до ультрафиолетовой области. Соединения A²B⁶ и твердые растворы на их основе как материалы с собственным поглощением, высокой фоточувствительностью, относительно высокой подвижностью, возможностью управления их характеристиками являются перспективными в этом плане [4].

В настоящее время значительные усилия направлены на синтез и исследование нанокластеров в трековых темплэйтах SiO_2/Si [5,6]. В нашей работе мы в качестве нанопористых шаблонов использовали данный трековые темплэйты. Трековый темплэйт а- SiO_2/Si -n был получен облучением ионами ксенона с энергией 200 МэВ, с флюенсами 10^7 – 10^8 ионов/ см^2 [7-9]. Химическое травление образцов SiO_2/Si проводилось при комнатной

температуре в 4 % водном растворе HF, в состав травителя входил $m(Pd)=0,025$ г. Поверхность осажденных образцов исследовались с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM 7500F. Были получены наноканалы имеющие форму усеченного конуса, диаметры которых составлял от 200 до 350 нм. Электрохимическое осаждение CdTe в темплэйт n-типа с использованием сульфатного и хлоридного растворах была выполнена в режиме постоянного напряжения на электродах – 1,5 В в течении 10 минут.

Для электрохимического осаждения (ЭХО) CdTe использовали два типа растворов:

1) 1M CdSO₄ + 1mM TeO₂. CdSO₄ растворенный в воде, TeO₂ – в минимальном количестве концентрированной серной кислоты. Значение pH = 2;

2) 1M CdCl₂ + 1mM TeO₂. CdCl₂ растворенный в воде, TeO₂ – в минимальном количестве концентрированной серной кислоты. Значение pH = 2.

На рисунке 1 представлены СЭМ изображения поверхности образцов после осаждения.

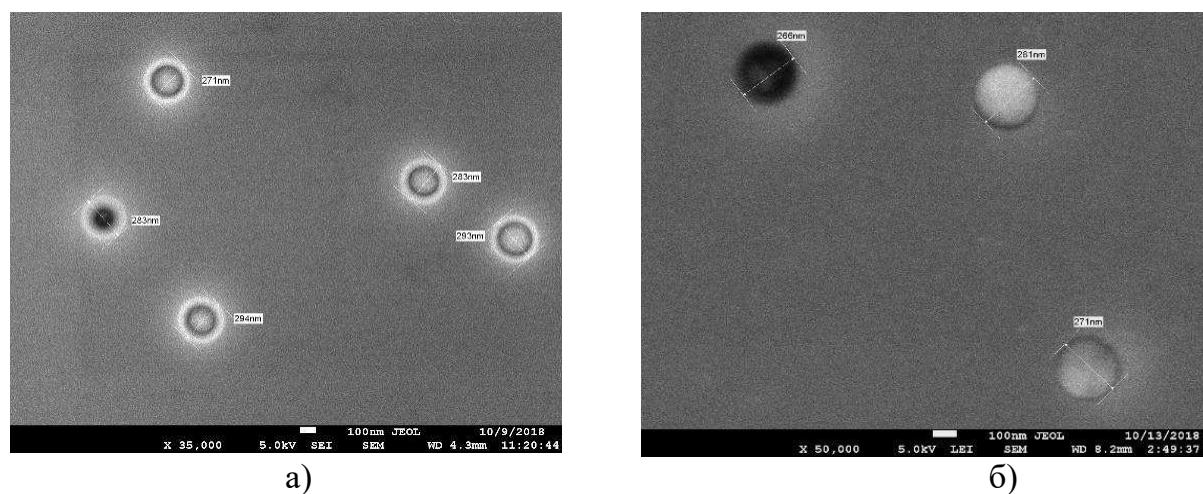


Рисунок 1–. СЭМ изображения поверхности темплэйта n-типа после ЭХО CdTe.
а) сульфатный раствор при U= 1,5 В, t= 10 мин., б) хлоридный раствор при U= 1,5 В t= 5 мин.

Для идентификации кристаллической структуры нанокластеров CdTe был выполнен рентгеноструктурный анализ образцов, который показал формирование нанокристаллов CdTe с гексагональной структурой пространственной группы P6₃mc(186). Рентгеноструктурный анализ проводился на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE ECO с использованием рентгеновской трубки с Cu-анодом в диапазоне углов 2θ 30°-110° с шагом 0.01.

На рисунках 2 и 3 представлены рентгеновские дифрактограммы образцов полученных из сульфатного и хлоридного раствора.

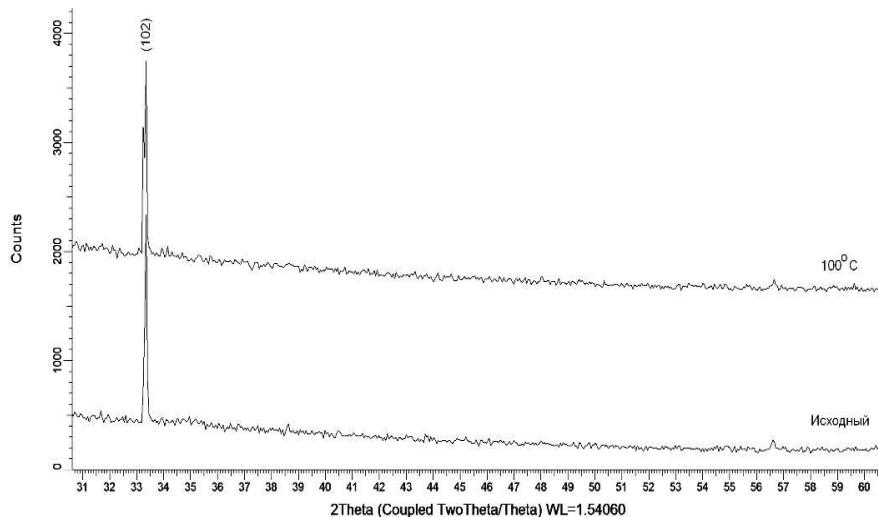


Рисунок 2 – Рентгеновские дифрактограммы образцов CdTe полученных из сульфатного раствора

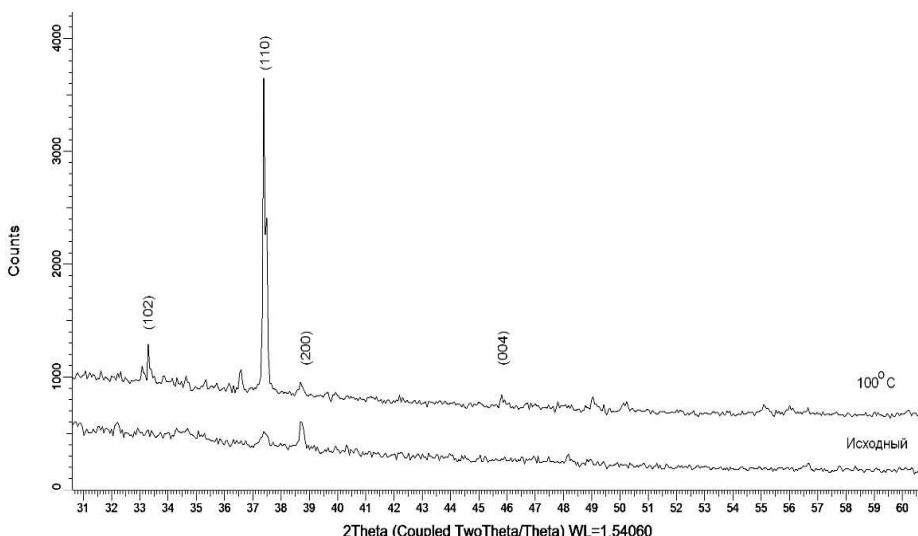


Рисунок 3 – Рентгеновские дифрактограммы образцов CdTe полученных из хлоридного раствора

Параметры элементарной ячейки для сульфатного электролита: $a=4.51185 \text{ \AA}$, $c=7.40234\text{\AA}$; для хлоридного раствора $a=4.53445 \text{ \AA}$, $c=7.43525 \text{ \AA}$, причем в хлоридном растворе параметры ячейки больше чем в сульфатном. Отжиг на воздухе при температуре 100°C в течение часа приводит к уменьшению параметров элементарной ячейки $a=4.51015\text{\AA}$, $c=7.40214 \text{ \AA}$ для сульфатного электролита, для хлоридного электролита $a=4.52033\text{\AA}$, $c=7.42212 \text{ \AA}$. Наблюдалось уменьшение размеров нанокристаллитов с 11,19 нм до 10,15 нм для сульфатного и для хлоридного электролита увеличение размеров нанокристаллитов с 11,24 нм до 18,24 нм. Для обоих электролитов отжиг привел к увеличению степени кристалличности с 45,1% до 51,2% для сульфатного и для хлоридного эффект более значительный с 54,5% до 72,6%.

Как видно из представленных данных использование хлоридного и сульфатного электролита приводит к формированию нанокристаллов теллурида кадмия гексагональной структурой.

Благодарность.

Работа выполнена в рамках грантового проекта АР05134367 «Синтез нанокристаллов в трековых темплэйтах SiO_2/Si для сенсорных, нано - и оптоэлектронных применений».

Список использованных источников

- 1.Бовина Л. А. и др., Физика соединений $A^{II}B^{VI}$ / под ред. А. Н. Георгобиани, М. К. Шейнкмана. — М.: Наука, 1998, 319 с.
- 2.Bonnet D., Meyers P.V., J. Mater. Res., Vol. 13, 1998, P. 2740.
3. Kosyachenko L.A., Maslyanchuk O.L., Sklyarchuk V.M. et al. J. Appl. Phys. Vol. 101, 2007, P. 013704.
4. Георгобиани. А.Н.. УФН, 113 (1), 1977, 129 с.
- 5.Beard MC, Turner GM, Schmuttenmaer CA (2002) Nanoletters 9:983-387.
- 6.<http://dx.doi.org>
- 7.Asomoza R, Malodonado H, Olvera MD (2000) J Mater Sci-Mater El 11:383-387.
- 8.Власукова Л.А., Комаров Ф.Ф., Даuletbekova А.К., Акилбеков А.Т., Ювченко В.Н. Получение нанопористых материалов на основе структур SiO_2/Si и Si_3N_4/Si методом вытравливания треков ионов// Прорывные технологии и инновации в экономики Беларуси и Казахстан: сборник материалов научно-практической конференции. Минск. 2013. С.3.
- 9.Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Dauletbekova A., Akilbekov A. Simulation of latent track parameters for SiO_2 and Si_3N_4 irradiated with swift ions// Radiation interaction with materials: fundamentals and applications: program and materials of 5th International conference. Kaunas. 2014. P.230-234.
- 10.Al'zhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO_2/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions// Nucl. Instr. and Meth. B. 2016. Vol.374. P. 121 - 124.