

# АМОΡФНЫЕ И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

Сборник трудов  
Международной конференции  
*4–7 июля 2016 года*



Санкт-Петербург  
Издательство Политехнического университета  
2016

Time-resolved photoluminescence and efficiency of $\text{Ca}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{S}_4\text{Eu}^{2+}$ solid solutions	339
T.G. Nighayev, B.G. Tagiev, O.B. Tagiev, M.S. Lelapina, G.P. Yablonski	
Изучение природы и основных параметров спиновых центров в твердых растворах на основе сульфидов никеля и кальция	341
В.Р. Перельгин, Е.А. Колпагицкова, Н.М. Сергеева	
Формирование гомологических серий трех- и четырехкомпонентных химических соединений	343
Ю.К. Удальцов, Е.И. Теруков, А.В. Бобыль	
Теплопроводность и магнитные свойства карбида кремния	345
А.В. Пинюшкин, А.Н. Талдышев, Н.К. Чумаков, А.Ю. Якубовский, Е.Н. Мохом	
Особенности электронных свойств частично-неупорядоченных полупроводников типа моноселенидов соединений $\text{A}^{IV}\text{B}^{VI}$ со сложной кристаллической структурой	347
А.Ш. Абалтов, Р.Ф. Бабеева, Н.М.Мехтиев	
Морфологический анализ пленок титаната бария и титана стронция, сформированных золь-гель методом при различных температурах отжига	349
П.А. Холов, Х. Сохроби Анзари, М.В. Руденко, Н.А. Трапезный, В.Л. Ярошик, Н.В. Гавриленко	
Электрофизические и структурные свойства легированных фоторефрактивных монокристаллов $\text{Vn}_2\text{TlO}_{2n}\text{Ru}$	351
В.Т. Давешев, К.И. Найза	
Доказательная функция квантово-размерной тонкой пленки с модифицированной потенциалом Пенала-Геллера	353
Х.А. Гасанов, Дж.И. Гусейнов, В.В. Дадлова, А.А. Набиев, А.М. Гурбанов	
Оптические свойства тонких пленок $\text{As}_2\text{S}_3$ , полученных методом спин-коатинга	355
НгуенТхи Ханг, Е.В. Телмина, А.И. Вержушн, С.А. Козюкин	
Влияние примесей висмута на структуру и электронные свойства наноразмерных пленок $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$	357
С.А. Дюссельман, О.Ю. Приходько, Ж.К. Толстопо, Н.К. Алмасов, С.Я. Максимова, К.Д. Турмалова	
Микроструктура кристаллизующихся тонких пленок сурьмы	358
В.Ю. Колосов, А.А. Юдицкий, Л.М. Веретенников, И.Е. Пологов	
Получение наноразмерного $\text{VFeO}_3$ методом растворного горения	360
Н.А. Дюдаева, М.В.Томасович, В.В. Соколов, В.В. Гусаров	
Исследование спиновального распада в пленке $\text{GaAsSe}$	362
М.Е. Бойко, М.Д. Шарков, А.М. Бойко, А.В. Бобыль, С.Г. Копилков	
Оптические свойства спиновиды магния	364
В.В. Соболев, В.Вал. Соболев	
Оптические свойства дисципила железа	365
В.В. Соболев, В.Вал. Соболев	
Основные параметры полые нерехлава германия	366
В.В. Соболев, Д.А. Мерзляков, Д.А. Переполников, В.Вал. Соболев	
Совершенствование технологии создания p-n $\text{CISiAs}_2$ и их фотоэлектрические свойства	367
В.Ю. Рудь, Е.И. Теруков, Ю.В. Рудь, М.С. Сергеев	
Формирование кристаллитов $\text{CuFe}$ в присутствии постоянного электрического поля	369
А.Б. Гордеева, Е.В. Гушина, М.С. Душевский, И.В. Макаренко	
рРЭС анализ в реальном времени на примере восстановления оксида титана	

А.В. Владыштров, С. Keiser	371
Особенности формирования тонкопленочных гетероструктур на основе оксидов меди и никеля методом магнетронного распыления	
В.П. Афанасьев, И.Н. Капсул, С.Е. Кузнецов, В.С. Дешаптай, Н.В. Мулки, Н.К. Сагтова, Н.И. Сулештов, Е.И. Теруков, Д.А. Чигирев	374
ЕКРО-2017 — «ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО»	376
Н.К. Малибаев	
Авторский указатель	377
Содержание	383



применялся сл. режим; при 80°C накапывалось до 10 капель объемом по 10 мкл с интервалом 3 мин. между накапываниями, что соответствовало испарению растворителя на подложке.

Для оптических исследований полученных пленок были использовались оптическая микроскопия (NikoEclipse LV100ND), оптическое пропускание («Сору 5000»), а также атомно-силовая микроскопия (АСМ-5) для исследования морфологии пленок.

По данным АСМ тонкие пленки  $As_2S_3$  имеют островковую структуру. Толщина пленки колеблется в пределах 1–2,5 нм в зависимости от количества и размеров капель. По данным спектров поглощения была рассчитана оптическая ширина запрещенной зоны  $E_g = 2,25$  эВ. Полученный расчет методом оптического пропускания коррелируется с литературными данными [5].

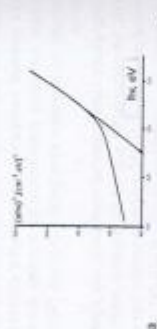


Рис. 2. а – Морфология тонких пленок  $As_2S_3$ . б – Зависимость  $(\alpha d)^2$  от  $d^2$  пленки.

Таким образом, технология получения тонких пленок  $As_2S_3$  методом спин-коatings может быть использована в дальнейшем как модель для приготовления халькогенидных тонких пленок других составов.

#### Литература

- [1] С. В. Антощенко Технология тонких пленок; Учебное пособие. М.: МИФИ, (2008)
- [2] M. Kibal, T. Wagner *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* Vol. 5, No.5, p. 1147–1153 (2003)
- [3] К. Накамото, *Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений*, с.151 (1966)
- [4] Kolontek et al *Journal of Non-Crystalline Solids* 352, p.1563–1566 (2006).
- [5] А.Фурлы, *Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела*, с.499 (1986)

## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ ВИСМУТА НА СТРУКТУРУ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК $GeSb_2Te_3$

С.А. Дюсембаев, О.Ю. Приходько, Ж.К. Толстов, Н.Ж. Алмасов, С.Я. Максимова, К.Д. Урмаилов.

Казаху им. ал.-Фараби, НИИТФ, Алматы, Казахстан  
тел: (777) 377-34-12, эл. почта: Oleg.Prihodko@kaznu.kg, prihodko\_@ibmf.kz

В халькогенидных полупроводниковых системах  $Ge-Sb-Te$ , лежащих на линии квазибинарного ризета  $GeTe-SbTe$ , реализуется обратный фазовый переход окисла – кристалл под воздействием импульсов напряжения или света, позволяющий создавать на их основе оптические носители информации, такие, как DVD, Blu-Ray и ячейки фазовой памяти Phase Change Memory Cells (PCRAM). Из-за многообразия составов системы  $Ge-Sb-Te$  наиболее перспективным является состав  $GeSb_2Te_3$ . Модифицирование данного состава примесью висмута ( $GeSb_2Te_3-Bi$ ) позволяет увеличить время кристаллизации и увеличить быстродействие ячеек памяти.

В работе приводятся результаты исследований по влиянию примеси Bi на локальную структуру, электрические и оптические свойства наноразмерных пленок  $GeSb_2Te_3$ . Пленки  $GeSb_2Te_3-Bi$  толщиной от 50 до 200 нм с концентрацией висмута 6 и 12 ат.-% получали методом ионно-плазменного магнетронного осаждения пленки из  $GeSb_2Te_3$  и Bi в атмосфере аргона.

Локальная структура пленок была исследована методом комбинационного рассеяния света (КРС) и реструктурировалась *in situ* на спектрометре SolverSpectum 600/600 с использованием He-Ne лазера с  $\lambda = 633$  нм. Было установлено, что спектр КРС наноразмерных пленок  $GeSb_2Te_3$  при воздействии лазерного облучения в течение 1 минуты имел вид, типичный для аморфной структуры, и характеризовался главным пиком при  $148 \text{ см}^{-1}$ . Дальнейшее лазерное облучение пленок (до 8 мин.) приводило к появлению в спектре нового пика при  $125 \text{ см}^{-1}$ , характерного для метастабильной поликристаллической кубической структуры. После облучения пленок в течение 18 мин. в спектре КРС наблюдалось существенное увеличение интенсивности пика при  $125 \text{ см}^{-1}$ , что свидетельствовало о переходе структуры пленок к стабильной поликристаллической гексагональной фазе. Спектры КРС примесно-модифицированных наноразмерных пленок  $GeSb_2Te_3-Bi$  имели вид, характерный для квазиаморфного состояния, и существенно отличались от спектров КРС пленок без примеси бисмута и положением основных пиков. После воздействия облучения лазера в течение 4 минут спектры КРС пленок  $GeSb_2Te_3-Bi$  соответствовали стабильной поликристаллической гексагональной структуре. Важно отметить, что в отличие от легионированных пленок, у пленок  $GeSb_2Te_3-Bi$  при лазерном облучении наблюдался переход их структуры из аморфной в стабильную поликристаллическую гексагональную структуру минуя промежуточную метастабильную поликристаллическую кубическую фазу и на существенно меньшее время.

Исследования электрических свойств пленок показали, что примесь Bi приводит к существенному возрастанию проводимости, значительно уменьшению оптической ширины запрещенной зоны, пренебрежимо малому изменению перекресточности. Существенное улучшение параметров перекресточности в наноразмерных пленках  $GeSb_2Te_3-Bi$  очевидно связано с особенностями фазового перехода окисла – кристалл.

Работа выполнена по программе гранта №-4607/04 Комитета Науки МОН РК.