

# PRODUCTION TECHNOLOGY AND STRUCTURE OF $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ NANOSIZED FILMS MODIFIED BY SILVER

A. Kongilkosheva, A.S. Zhakypov

Scientific adviser: prof. O.Yu. Prihodko  
Al-Farabi Kazakh National University, IETP, Almaty, Kazakhstan

Thin films of chalcogenide semiconductors (CS) of the Ge-Sb-Te (GST) system and, in particular, of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  composition have been successfully used in the last decades in electronic devices with phase memory (Phase Change Memory or PCM). They used for recording, rewriting and storing information [1,2]. Of particular note is the modification of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films with an isomorphic and isovalent metal impurity. In this case, CS doping is carried out by the substitution mechanism and introduces the smallest deformations into the material matrix. Based on these criteria, the most promising impurities for modifying the composition of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  are bismuth, tin, indium and silver.

The thesis presents the results of studies on the affects of silver impurities on the local structure of thin  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films.

Nanosized films  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  modified by Ag were obtained by ion-plasma RF magnetron sputtering of a combined target from  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  and Ag in an Ar atmosphere. The thickness of the films was determined on the Quanta 3D 200i SEM by scanning the Si substrate with  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5\langle\text{Ag}\rangle$  thin film with an electron beam. The thickness ranged from ~ 30 to ~ 150 nm. The composition of the films and their morphology were controlled by the method of energy dispersive analysis (EDX). The concentration of silver impurities in the films was 5.5, 7.1, 9.2, 12.3 and 14.3 at. %. Based on the data of elemental analysis, we can conclude that the Ag atoms in the matrix of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films mainly replace Te atoms.

The local structure of the films was studied by Raman spectroscopy. Spectra were recorded *in situ* on a Solver Spectrum 600/600 spectrum in a  $180^\circ$  reflection mode. He-Ne laser with a wavelength of  $\lambda = 633$  nm was used as an excitation source. An analysis of the spectra of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films without impurities under laser irradiation shows that their structure passes from an amorphous to a polycrystalline position with a hexagonal structure through an intermediate crystalline position with a cubic structure, which is typical for films of the  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  composition. An analysis of the Raman spectra of crystalline  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5\langle\text{Ag}\rangle$  films shows that they, like impurity-free crystalline  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films, are described by a polycrystalline hexagonal structure and new structural units, probably associated with the silver compound with the film components. When studying the structure of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5\langle\text{Ag}\rangle$  films in the crystalline state by high-resolution Raman and TEM, it was found that their structure is granular, polycrystalline, and hexagonal. With an increase in the concentration of Ag in  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5\langle\text{Ag}\rangle$  films, an increase in the grain size occurs from ~ 2.5 to ~ 10 nm and the nucleation of a single crystal phase is observed.

Thus, the modification of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  films with an Ag impurity leads to significant changes in their structure.

## Literature:

- [1] Ovshinsky S.R. Reversible Electrical Switching Phenomena in Disordered Structures// Phys. Rev. Lett. -1968. -Vol. 21(20). -P. 1450-1453.
- [2] Kolobov, A.V., Fons, P., Tominaga, J. A. Thermal amorphization of crystallized chalcogenide glasses and phase-change alloys//Phys. Status Solidi B.-2014. -Vol 251. -P. 1297-1308.

*This work was carried out on AP05133499 grant of Committee of Science of ESM RK.*

<i>Джаманбаева Г.Т., Кемельжанова А.Е.</i> Перовскитные перидические наноструктуры (КазНУ им. аль-Фараби) .....	200
<i>Жакыпов А.С., Олжабай А., Сарсенбай А.А., Темирханова А.Г.</i> Трансформация структуры наноразмерных пленок Ge <sub>2</sub> Sb <sub>2</sub> Te <sub>5</sub> под влиянием лазерного облучения (КазНУ им. аль-Фараби) .....	201
<i>Жумабаева А.Е.</i> Разработка метода формирования наноструктурного перовскита (КазНУ им. аль-Фараби) .....	202
<i>Қабдығали Д.М.</i> Кестерит Cu <sub>2</sub> ZnSnSe <sub>4</sub> негізіндегі жаңа материалды алу және оның қасиеттерін зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	203
<i>Кенес Н.С., Жетыбаева Ж.Г., Ерсайын Р.Ж.</i> Применение альтернативного источника энергии в бытовой оконной системе регулирования светового, теплового и звукового потоков, самоочищения и пылеулавливания (КазНУ им. аль-Фараби) .....	204
<i>Қолдас Ә.Ә.</i> Хром (III) сульфат-оксалатты ерітінділерден (суспензия) жасалған композитті хром қаптамаларының коррозия-электрохимиялық күйі (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) ...	205
<i>Kongilkosheva A., Zhakupov A.S.</i> Production technology and structure of Ge <sub>2</sub> Sb <sub>2</sub> Te <sub>5</sub> nanosized films modified by silver (al-Farabi Kazakh National University) .....	206
<i>Құндызбай Д.Қ., Жолдыбаев К.С., Жантуаров С.Р., Токмолдин Н.С.</i> Исследование и оптимизация оптических и электрических свойств плёнок оксида индия-олова, полученных методом магнетронного напыления при различных потоках кислорода (КазНУ им. аль-Фараби, Satbayev University) .....	207
<i>Құрманғали Е.Ж.</i> Гибридті беттерді наноимпингтеу арқылы перовскитті алу әдістерін зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	208
<i>Махмұтов Р.Т., Калиева Л.Ж.</i> Фотоэлектрическое умное окно с вертикальным парниковым озеленением (КазНУ им. аль-Фараби) .....	209
<i>Мейрамбаев А.М.</i> Кремний бетінде HF: диметилсульфоксид (дмсо) электролитте нанокристаллиттерді қалыптастыру (КазНУ им. аль-Фараби) .....	210
<i>Мурадова С.Р.</i> Разработка методов переноса нанорельефа (КазНУ им. аль-Фараби) .....	211
<i>Нығызбаева Р.А., Тожихонова Ж.Б.</i> Кванттық нүктелер арасындағы сәулесіз энергия тасымалдану (ЕНУ им. Л. Н. Гумилева).....	212
<i>Онгарбаева И. А.</i> Применение метода трафаретной печати контактов на кремниевых солнечных элементах (КазНУ им. аль-Фараби) .....	213
<i>Оразбаева В. В., Кемелжанова А.Е.</i> Электронды микроскопия әдісімен нанокпозициялық қаптамалардың морфологиясын зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	214
<i>Орақова М.С., Сарсенбаева К.Б.</i> Технология получения, структура и свойства сплавов HF-C (КазНУ им. аль-Фараби) .....	215
<i>Панченко П.В.</i> Графеновые наноструктуры, легированные литием, для передовых энергетических технологий (КазНУ им. аль-Фараби) .....	216
<i>Сағадатова Н.Ж., Кедрук Е.Ю., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А.</i> Низкозатратный синтез наноструктурированных композитов ZnO-CuO (Satbayev University, КазНУ им. аль-Фараби) .....	217
<i>Садық А.Г., Габдуллин М.Т., Керимбеков Д.С., Исмаилов Д.В.</i> Толуол буымен фуллерендерді экстракциялау (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан-Британ техникалық университеті) .....	218
<i>Тағайбек А.С., Нұржан Д.</i> Алтын-индуцирленген химиялық жеміру әдісімен текстураланған кремнийді алу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	219
<i>Төлен Д.Е.</i> Имитациялық эксперименттерді үдеткіштермен орындаудың мүмкіндігі туралы (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	220
<i>Төренияз Ж.Б.</i> Көміртекті пленкалық нанокұрылымдардың өсуіне технологиялық параметрлердің әсерін зерттеу (әл-Фараби атындағы ҚазҰУ) .....	221