

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
НАЦИОНАЛЬНАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
ОТКРЫТОГО ТИПА  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

---

Сборник трудов  
IV международной научной конференции  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ  
КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ,  
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**  
(Сарсембиновские чтения)  
10-12 октября 2016 г.



Алматы 2016

<i>А.Э. Наривский, Г.Ш., Яр-Мухамедова, Н.В. Маркова</i> Влияние особенностей селективного растворения сплава 06ХН28МДТ на его стойкость к мкк в высокоокислительной среде.....	103
<i>В.С. Минаев, С.П. Тимошенко, Н.Е. Коробова, В.В. Калугин</i> Изучение стеклообразующей способности халькогенидных стекол и прогнозирование новых материалов для элементов фазовой памяти.....	110
<i>В.З. Габдракипов, А.А. Купчишин, А.И. Купчишин, К.Б. Тлебаев</i> Исследование оптических свойств облученных полимерных материалов и их моделирование на ЭВМ.....	116
<i>А. И. Купчишин, А.А. Купчишин, Н.А. Воронова</i> Моделирование на ЭВМ радиационных дефектов в материале.....	118
<i>А.И. Купчишин, А.А. Купчишин, Н.А. Воронова</i> Об определении концентрации дефектов методом позитронного зондирования .....	121
<i>А. И. Купчишин, А.А. Купчишин, Е.В. Шмыгалева, Т.А. Шмыгалева</i> Моделирование на ЭВМ процессов радиационного дефектообразования в железе, облученном ионами.....	124
<i>А.И. Купчишин, Б.Г. Таипова, А.А. Купчишин, Н.А. Воронова, В.И. Кирдяшкин</i> О некоторых моделях разрушения полимерных материалов.....	128
<i>А.И. Купчишин, Б.Г. Таипова, М.Н. Ниязов</i> Исследование механических свойств многослойного композита.....	131
<i>А. И. Купчишин, М.Н. Ниязов</i> Определение погрешности при работе на модернизированной разрывной установке РУ-50 различными способами.....	134
<i>О.В. Есырев, А.А. Купчишин, А.И. Купчишин, Н.А. Воронова</i> Влияния электронного облучения на биофизические параметры озера Сорбулак.....	137
<i>B.Z. Mansurov, B.S. Medyanova, S.T. Sabitov, G. Partizan, A.B. Koshanova, M.E. Mansurova, B.T. Lesbayev</i> Synthesis of micro - and nanodiamonds by the method of oxygen-acetylene torch .....	140
<i>G. Partizan, B.Z. Mansurov, B.S. Medyanova, A.B. Koshanova, M.E. Mansurova, B.A. Aliyev, Xin Jiang</i> Low-temperature synthesis of carbon nanotubes on nickel nanopowders .....	144
<i>S. Dyussebayev, O. Prikhodko, A. Sazonov, Zh. Tolepov, N. Almasov, S. Maksimova, N. Guseinov, K. Turmanova</i> Thickness effect on the optical and electrical properties of nanosized Ge-Sb-Te films containing Bi.....	152
<i>С.Л. Михайлова, Е.С. Мухаметкаримов, О.Ю. Приходько, К. Даутхан, С.Я. Максимова, Н.К. Манабаев, Р.Р. Немкаева</i>	

- technological Journal 2015, 17, 200-207.
17. Hodkiewicz, J. Characterizing Carbon Materials with Raman Spectroscopy. Thermo Fisher Scientific 2010, Application note: 51901.
  18. Bokobza, L.; Zhang, J. Raman spectroscopic characterization of multiwall carbon nanotubes and of composites. Express Polymer Letters 2012, 6, 601–608.
  19. Lehman, J. H.; Terrones, M.; Mansfield, E.; Hurst, K. E.; Meunier, V. Evaluating the characteristics of multiwall carbon nanotubes. Carbon 2011, 49, 2581–2602.
  20. Syazwan, A. M. Z.; Suriani, A. B.; Saifollah, A.; Zulkarnain, Z.; Siti, H. S.; Mohamad, R. Raman Spectroscopic Study of Carbon Nanotubes Prepared Using Fe/ZnO-Palm Olein-Chemical Vapour Deposition. Journal of Nanomaterials 2012, 2012, 1-6.
  21. Kim, K. K.; Park, J. S.; Kim, S. J.; Geng, H. Z.; An, K. H.; Yang, C-M. et al. Dependence of Raman spectra G' band intensity on metallicity of single-wall carbon nanotubes. Phys Rev B. 2007, 76, 1–8.
  22. Zheng, Ya.; Andrew, R. B. Characterization of graphene by Raman spectroscopy. OpenStax CNX 2010; <http://cnx.org/contents/f06226c5-c2a4-4798-9c75-b016acea73cd@2>.
  23. Mironova-Ulmane, N.; Kuzmin, A.; Steins, I.; Grabis, J.; Sildos, I.; Pars, M. Raman scattering in nanosized nickel oxide NiO. Journal of Physics: Conference series 2007, 93, 012039.
  24. Ferrari, A. C.; Robertson, J. Raman spectroscopy of amorphous, nanostructured, diamond-like carbon, and nanodiamond. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 2004, 362, 2477–2512.
  25. Zeng, B.; Gao, M.; Liu, Sh.; Pan, T.; Huang, Zh.; Lin, Yu. Thermal chemical vapor deposition of layered aligned carbon-nanotube films separated by graphite layers. Physica Status Solidi A-Applications and Materials Science 2013, 210, 1128-1132.
  26. Costa, S.; Borowiak-Palen, E.; Kruszyńska, M.; Bachmatiuk, A.; Kaleńczuk, R. J. Characterization of carbon nanotubes by Raman spectroscopy. Materials Science-Poland 2008, 26, 433-441.
  27. Abuilaiwi, F. A.; Laoui, T.; Al-Harhi, M.; Ali Atieh, M. Modification and functionalization of multiwalled carbon nanotube (MWCNT) via Fischer esterification. The Arabian Journal for Science and Engineering 2010, 35, 37-48.

## THICKNESS EFFECT ON THE OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF NANOSIZED Ge-Sb-Te FILMS CONTAINING Bi

S. A. Dyussebayev<sup>1</sup>, O.Yu. Prikhodko<sup>1</sup>, A. Sazonov<sup>2</sup>, Zh.K. Tolepov<sup>1</sup>,  
N.Zh. Almasov<sup>1</sup>, S.Ya. Maksimova<sup>1</sup>, N. Guseinov<sup>1</sup>, K.N. Turmanova<sup>1</sup>

*IETP, <sup>1</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, [Sanzhar Dyussebayev](mailto:Sanzhar.Dyussebayev)  
<sup>2</sup>University of Waterloo, Waterloo, Canada, [sanzhar.dyussebaev@gmail.com](mailto:sanzhar.dyussebaev@gmail.com)*

### *Introduction*

The Ge-Sb-Te (GST) nanosized films of chalcogenide glassy semiconductors (ChGS) is a promising material for new generation of non-volatile memory cells such as Phase Change Memory (PCM). This memory based on the reversible transformation "glass-crystal" [1]. From the large variety of GST systems the most suitable material for PCM devices is Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> compound. In order to enhance device's parameters the GST material is subjected by the metal doping [2,3]. On the other hand the optical and electrical parameters of nanosized films is determined by their thickness.

This paper presents the experimental study results of the thickness effect on the optical band gap  $E_g$ , conductivity  $\sigma$  and parameters of the switching effect in nanosized Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub><Bi> films.

### *Experimental study*

Preparation of the films was carried out on ion-plasma DC magnetron cosputtering of combined target of ChGS and Bi. The composition of the films was controlled by the scanning electron microscope Quanta 3D 200i with energy-dispersive analysis (EDS) (fig. 1).

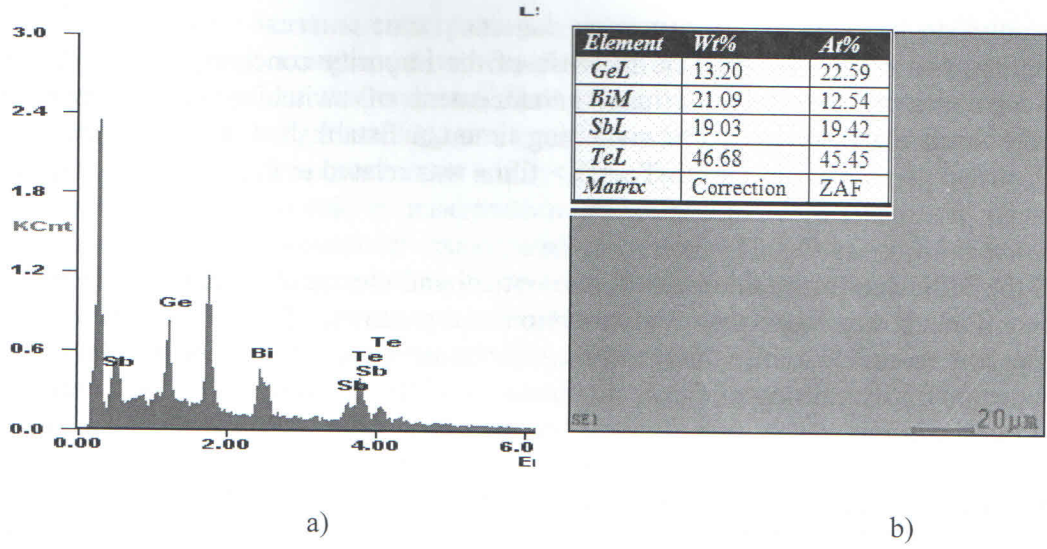


Figure 1 - Typical energy-dispersive spectrums (a) and SEM-imaging of the surface of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5<12 \text{ at.}\% \text{Bi}>$  (b)

The film's thickness  $d$  was controlled also by scanning electron microscopy, and determined by scanning of the pattern structure: crystalline  $\text{Si}/\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5<\text{Bi}>$  film and ranged from 200 to 50 nm. Concentration of Bi in films wasn't exceed 12 at.%.

The film's structure was studied by the transmission electron microscopy on Titan (FEI) equipment using the high resolution imaging (HRTEM).

Optical and electrical properties of the films were investigated on Shimadzu UV3600 and picoammeter Keithley-6485 respectively.

*Results and discussion*

For ChGS films the composition results determined that atoms of bismuth impurity in the matrix of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5<\text{Bi}>$  replaced Te atoms.

The results of transmission electron microscopy has shown that films of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  have an amorphous structure. In contrast, the structure of  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5<\text{Bi}>$  films at concentration from 6 to 12 atm. % was presented by the amorphous matrix with monocrystalline metal nanoclusters of the Bi with average size 8 nm.

Figure 2 shows the effect of the impurity concentration of bismuth and the thickness on the optical band gap  $E_g$  and the conductivity  $\sigma$  (at  $T = 300 \text{ K}$ ) of the nanosized  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5<\text{Bi}>$  films.

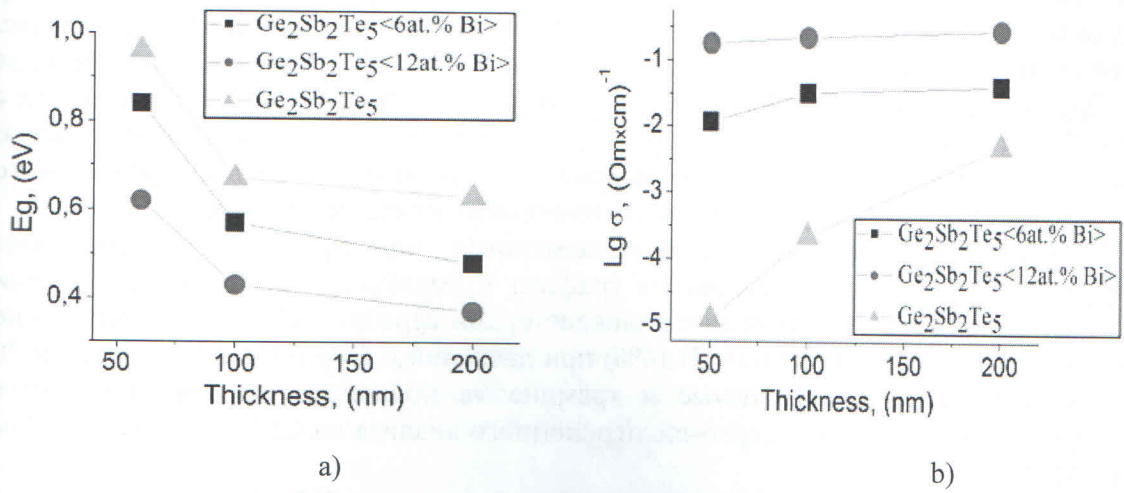


Figure 2 - Dependence of the optical band gap  $E_g$  (a) and conductivity  $E\sigma$  (b) films on their thickness

It is important to emphasize that the increase of the impurity concentration in films and reducing of d-parameter leads to significant enhancement of switching effect parameters: reduction of the threshold voltage  $U_{th}$  and switching time  $t_{sw}$ . Established above changes of the optical and electrical parameters of  $Ge_2Sb_2Te_5<Bi>$  films was related to the size effect (thickness reduction).

#### *Conclusion*

Studied the influence of the thickness on the optical and electrical properties of nanosized  $Ge_2Sb_2Te_5<Bi>$  films. It was found that with reduction of d-parameter from 200 to 50 nm lead to increase of  $E_g$  and reduction of  $E\sigma$ ,  $U_{th}$  and  $t_{sw}$ . The most significant changes of the above parameters appeared on decreasing of film's thickness from 100 to 50 nm, which was related to occurrence of the size effect.

1. J. Tominaga et. al., Jap. J. of App. Phys. Vol. 48, p.03A05 (2009).
2. S. Kozyukhin et. al, Canadian Jour.of Phys. Vol. 92, p.684-689 (2014)
3. S. Park et. al., Applied Surface Science Vol. 258, 9786– 9791 (2012)

*This work was carried out on No-4607/GF4 grant of Committee of Science of ESM RK.*

## **ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК АМОРФНОГО УГЛЕРОДА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СЕРЕБРОМ**

С.Л. Михайлова, Е.С. Мухаметкаримов, О.Ю. Приходько, К. Даутхан,  
С.Я. Максимова, Н.К. Манабаев, Р.Р. Немкаева

*ННЛОТ, КазНУ им. аль-Фараби*

Получение алмазоподобных пленок с нанокластерами серебра а-С:Н<Ag> является актуальной задачей материаловедения [1, 2]. Известно, что алмазоподобные пленки имеют ряд полезных механических свойств, таких как высокая твердость, износостойкость, низкий коэффициент трения. Путем внедрения металлических наночастиц в алмазоподобную матрицу, можно модифицировать ее электрические, оптические и механические свойства [3]. Помимо улучшения механических свойств в пленках а-С:Н<Ag> наблюдаются и абсолютно новые эффекты. Например, алмазоподобные пленки легированные серебром а-С:Н<Ag> обладают интересным оптическим эффектом – резонансным поглощением электромагнитного излучения в видимой области спектра [4]. Положение максимума резонансного поглощения в частотном диапазоне, в общем случае, зависит от оптических характеристик алмазоподобной матрицы и диаметра нанокластеров серебра. Другой не менее важный эффект, наблюдаемый в пленках а-С:Н<Ag>, связан с реализацией перколяционного механизма проводимости. Увеличивая концентрацию серебряных кластеров в алмазоподобной матрице пленок можно добиться значительного скачка в электропроводности существенно не изменив ее механических свойств.

В данной работе методом ионно-плазменного магнетронного со-распыления комбинированной мишени, состоящей из графита и серебра, были получены пленки аморфного алмазоподобного углерода с нанокластерами серебра а-С:Н<Ag>. Распыление проводилось в смеси газов  $Ar(96\%)+CH_4(4\%)$  при давлении 0,4 Па и мощности плазмы 30 Вт. Пленки осаждались на кварцевые и кремниевые подложки. Концентрация Ag в пленках определялась методом энерго-дисперсионного анализа на SEM Quanta 3D 200i и достигала 20 ат.%.

Предварительными исследованиями структуры пленок а-С:Н<Ag> методом ПЭМ было установлено, что в их матрице находятся изолированные нанокластеры серебра со средним размером  $\sim 2,3$  нм.