

## Структурные и оптические свойства пленок $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ , полученных термическим испарением

*С. А. Яковлев*

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия  
тел: (812) 247-93-93, эл. почта: yakovlev@gvg.ioffe.ru

Перспективы использования халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) системы Ge-Sb-Te в миниатюрных устройствах энергонезависимой фазовой памяти [1] ставят перед исследователями задачу изучения фундаментальных свойств этих материалов и механизмов фазовых трансформаций аморфное-кристаллическое состояние в микро и наноразмерных объемах.

В данной работе представлены результаты по синтезу и исследованию структурных и оптических свойств тонких пленок конкретного состава  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  (GST225), который по оценкам [1] является наиболее перспективным для создания быстродействующих и надежных устройств памяти и пороговых переключателей, работа которых основана на сильном изменении физических свойств материала при фазовом переходе аморфное-кристаллическое состояние.

Пленки GST225 были получены методом термического напыления в вакууме на стеклянных подложках с помощью модифицированной установки ВУП-5. Остаточное давление составляло  $\sim 10^{-3}$  Па, температура подложки 50°C. Толщина пленок варьировалась в пределах 0.1-1.0 мкм. В качестве исходного состава для напыления использовался поликристаллический GST225, синтезированный из элементов полупроводниковой чистоты. При синтезе объемных образцов был использован метод - градиентной закалки расплавов ХСП в специально сконструированных конических ампулах, позволяющий реализовать широкий диапазон скоростей (1-100 град/сек) охлаждения расплава в одном эксперименте.

Для определения состава полученных пленок использовался метод рентгеноспектрального анализа. Установлено, что при увеличении температуры испарителя в диапазоне 370-470°C существенно изменялось соотношение атомов Ge и Sb в синтезированных пленках, в то время как количество атомов Te оставалось примерно постоянным. Так при  $T=380\pm 10^\circ\text{C}$  состав пленки соответствовал формуле  $\text{Ge}_{34}\text{Sb}_{11}\text{Te}_{55}$ , при  $T=415\pm 10^\circ\text{C}$  –  $\text{Ge}_{30}\text{Sb}_{15}\text{Te}_{55}$ . Температура испарителя, при которой получилась пленка оптимального состава GST225 ( $\text{Ge}_{22}\text{Sb}_{22}\text{Te}_{56}$ ), была  $460\pm 10^\circ\text{C}$ .

Структурная характеристика пленок проведена методами атомно-силовой микроскопии (АСМ), рентгеновского анализа и рамановской спектроскопии. Полученные данные свидетельствуют о том, что пленки GST225, напыленные при температуре подложки 50°C, имеют аморфную структуру. Для получения пленок GST225 в кристаллическом состоянии был использован их отжиг в вакууме при температурах 200-250°C в течение 1-2 часов. Результаты АСМ демонстрируют наличие в отожженных пленках ограниченных частиц размером ~2 мкм, что свидетельствует о кристаллической структуре пленки. В спектрах резонансного рамановского рассеяния при возбуждении выше края запрещенной зоны в отожженных пленках наблюдались узкие эквидистантные линии (до 6 пиков), связанные с рассеянием на LO-фононах. Измерения спектров пропускания исходных и отожженных пленок GST225 показали заметное (~55%) уменьшение коэффициента пропускания в отожженных пленках по сравнению с неотожженными, что связано с увеличением показателя преломления при переходе пленки из аморфного в кристаллическое состояние.

#### **Литература**

1. S. Raoux, W. Welnic, D. Ielmini. Chem. Rev. 110, (2010).