

## АНОМАЛИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПЛЕНОК $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$ В ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

А.А. АГАСИЕВ, А.О. АЛИЕВ, М.Г. АГАЕВ

Бакинский Государственный Университет им. М.Э. Расулзаде  
370148, Баку, ул. З. Халилова, 23

Магнетронным распылением на постоянном токе получены пленки твердого раствора  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  стехиометрического состава. В широком температурном интервале исследована электропроводность структур  $Me$ - $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$ - $Me$  в планарном и «сэндвич» конфигурациях. Показано наличие аномалии в температурной зависимости электропроводности пленок при «сэндвич» конфигурациях. Аномалия проводимости объясняется наличием спонтанной поляризации в пленках.

Интерес к полупроводниково-сегнетоэлектрическим соединениям связан в первую очередь с существованием в них сегнетоэлектрических фазовых переходов и высокой фоточувствительности. В области фазового перехода их кристаллическая решетка неустойчива, физические свойства нелинейные, а их полупроводниковые параметры становятся экстремальными. Соединения  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  кристаллизуются в ромбической решетке ( $D_{2h}^{16}$ ) и обла- дают достаточно высокой и сильно анизотропной диэлектрической проницаемостью [1].

Требования новой техники не могут быть удовлетво- рены использованием только керамики и монокристал- лов. Таковыми являются микро-миниатюризация уст- ройств, снижение их электроемкости, повышение чувст- вительности и быстродействия элементов при одновре- менном уменьшении управляющих полей. Использование пленок не только решает эти проблемы, но и расширяет функциональные возможности. Поэтому интенсивное исследование тонких пленок вполне оправдано. Ибо пленки представляют собой модель уникальную для изу- чения и выяснения роли дефектов строения в спонтанной деформации решетки, а в случае сегнетоэлектрических пленок вариация структурного упорядочения и толщины пленки, типа и плотности дефектов в ней реализуются условия критические к сегнетоэлектрическому состоя- нию.

В связи с тем, что в системе  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  наблюдаю- тся фазовые переходы и сегнетоэлектрические явления [2] возникает необходимость выяснить механизм электро- проводности и ее поведения в области температуры фа- зового перехода в пленках.

Пленки для исследований получены магнетронным распылением твердых растворов системы  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  на постоянном токе [3]. Магнетронная система с плоским катодом была собрана на основе установки ВУП-4К. В качестве мишени использовали диски диаметром 25 мм и толщиной 3 мм. Расстояние между подложкой и мише- нью варьировалось в пределах 3-10 см, при этом напря- жение изменялось от 0,2 до 0,6 кв. Структурные исследо- вания пленок проводились на электронном микроскопе ЭМ-14, а химический состав пленок определялся локаль- ным рентгеноспектральным методом на приборе MS-46 путем сравнения отношений интенсивностей спектраль- ных линий для пленок и эталонного образца. Температу-

ра подложек изменялась в пределах 300-900 К и измеря- лась с помощью Pt, Pt-родиевой термопарой с точностью 1-2 градуса. Для получения однородных по толщине пле- нок, с помощью специальных приспособлений подложки вращались и двигались поступательно возвратно вблизи мишени. В качестве подложек применялись свежие ско- лы NaCl, слюды, пластинки ситалла, а также пленки Sb, Au, Al.

Электроннограмма пленки состава 50%  $Sb_2S_3$ -50%  $Sb_2Se_3$  представлена на рис.1. Расчет электроннограммы показывает соответствие параметров пленки в объеме образца.

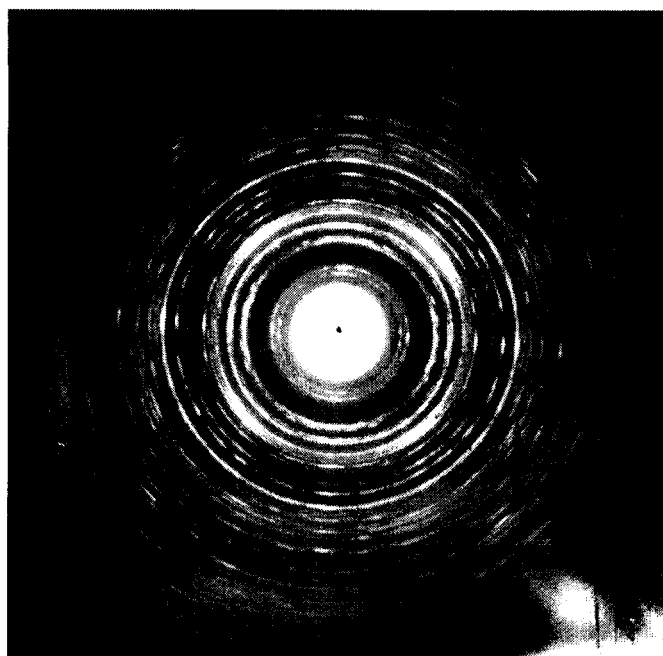


Рис.1. Электроннограмма пленки  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$ , осажденной на NaCl при температуре 350°C

Для измерения электропроводности использовались структуры  $Me$ - $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$ - $Me$  в планарном и «сэндвич» конфигурациях. Элементарная ячейка  $Sb_2S_3$  или  $Sb_2Se_3$  состоит из  $4^x$  молекул. Их структуру можно представить как цепочки параллельные оси «С». В цепочках осуществ- ляется сильная связь, а между слоями действует кова- лентная сила связи [4].

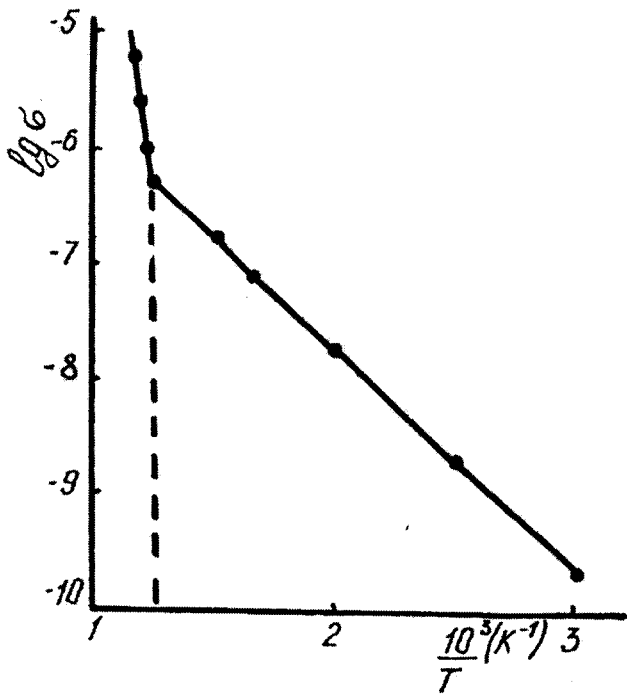


Рис. 2. Температурная зависимость электропроводности пленки  $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$  в «сэндвич» конфигурации.

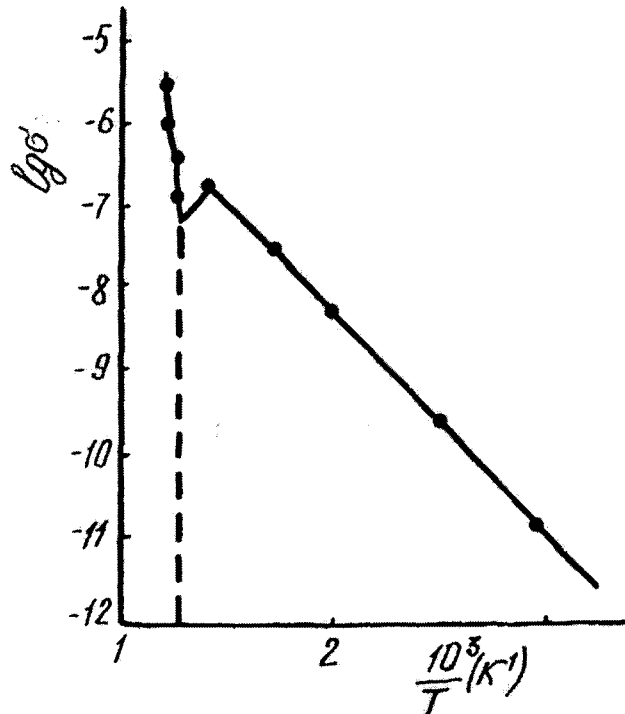


Рис. 3. Температурная зависимость электропроводности пленки  $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$  в планарной конфигурации.

Измерения показали, что в области температуры фазового перехода в направлении оси - «С» («сэндвич» структура) электропроводность обнаруживает аномалию (рис.2), сопровождающуюся скачком электропроводности. При этом наблюдается уменьшение электропроводности и увеличение энергии активации. В направлении перпендикулярном оси - «С» (планарная структура) аномалия электропроводности не обнаружена (рис.3) и  $\sigma$  претерпевает простой излом.

Аномалия электропроводности, видимо, связана с наличием поляризации в слоях системы  $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ . Влияние сегнетоэлектрического фазового перехода на температурную зависимость сегнетоэлектриков-полупроводников определяется двумя факторами. Первый - это зависимость от квадрата поляризации ( $P_s^2 \sim (T - T_c)$ ) параметров проводимости (излом в точке фазового перехода на графике зависимости энергии активации от об-

ратной температуры является примером такого рода). Второй фактор - это экранирование спонтанной поляризации. Действительно, при изменении спонтанной поляризации изменяется экранирующий ее заряд, в том числе и на ее часть, которая обусловлена подвижными носителями. Очевидно, что если первый фактор присутствует как в объемных образцах так и в пленках, то второй только в пленках, толщина которых соизмерима с длиной экранирования. В планарной геометрии экранирующие заряды занимают объем составляющей  $L_s/\sqrt{3}$  часть всего объема пленки, а в «сэндвич» конфигурации - весь объем. Поэтому должна наблюдаться существенная разница в поведении температурной зависимости проводимости в области фазового перехода для планарной и «сэндвич» конфигурации.

[1] А.Г. Хасабов, И.Я. Никуфоров. Кристаллография 1971, т. 16, вып. 1, с. 41.  
 [2] К.А. Верховская, И.П. Грузав, В.М. Фридкин. ФТТ, 1968, т. 10, с. 2015.

[3] A.A. Agasiev, V.I. Orbun and M.Z. Mamedov. J. Phys. III, France, 1994, 4, p.2521-2529.  
 [4] N.W. Tioleswol, F.N. Kcuse, I.D. Necullongh. Acta Cryst, 1959, v. 10, p. 99.

А.А. Агасиев, Ә.О. Әлиев, М.Н. Агаев

### FAZA KEÇİDLƏRİ OBLASTINDA $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ SİSTEMİNİN NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNİN ELEKTRİKKEÇİRİCİLİYİNİN ANOMALİYASI

Sabit cərəyan rejimində maqnetron tozlanması vasitəsilə  $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$  sistem bərk məhlullarının stexiometrik tərkibli nazik təbəqələri alınmışdır. Geniş temperatur intervalında Me- $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ -Me quruluşunun planar və «Sendvic» konfigurasiyalarında elektrikeçiriciliyi tədqiq olunmuşdur. «Sendvic» konfigurasiyasında nazik təbəqələrin elektrikeçiriciliyinin temperatur asılılığının anomaliyası müşahidə olunmuşdur. Elektrikeçiriciliyin anomaliyası nazik təbəqələrdə spontan polyarizasiyanın olması ilə izah edilmişdir.

**A.A. Agasiyev, A.O. Aliyev, M.H. Agayev**

**ANOMALY OF ELECTROCONDUCTIVITY IN  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  FILMS IN THE PHASE TRANSITION REGION**

The films of  $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$  solid solution of stoichiometric composition have been obtained by magnetron sputtering with dc. The electroconductivity of Me- $Sb_2S_3$ - $Sb_2Se_3$ -Me structures in planar and "sandwich" configurations have been studied in a wide temperature region. The anomaly in the temperature dependence of film electroconductivity with "sandwich" configuration has been shown. The anomaly of electroconductivity is explained by spontaneous polarization.

*Дата поступления: 22.10.98*

*Редактор: С.А. Алиев*