

ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АМОРФНЫХ ПЛЕНОК $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$

Э.Ш. АЛЕКПЕРОВ

Институт Физики

Национальной Академии Наук Азербайджана

AZ-1143, Баку, Г.Джавида, 33

Методом электронографии исследован ближний порядок тонких аморфных пленок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$. Данные этих пленок, полученных вакуумным осаждением на подложки из свежих сколов NaCl и целлулоида, сравнивались с литературными данными для тонких аморфных пленок $TlInS_2$. Из кривой радиального распределения атомов найдены межатомные расстояния и координационные числа. Установлено, что с ростом концентрации примеси ($x = 0,03; 0,05$ ат.%) олова значение координационных сфер почти не меняется.

Short-range order of $TlInSnS_2$ thin amorphous films was investigated by the electron diffraction method. Data for these films obtained by vacuum deposition on substrates of crystal NaCl fresh surfaces and celluloid were compared with the literature data for $TlInS_2$ thin amorphous films. From a curve of radial distribution there were found inter atomic distances and coordination numbers. It was established that with the growth of concentration of tin doping impurity (X was changed from 0,03 till 0,05 at.%) the value of coordination spheres remained almost in changed.

Исследование процессов диффузии и самодиффузии в металлах и сплавах является уже сравнительно старой проблемой, которая в течение много лет успешно разрабатывается многими отечественными и зарубежными лабораториями. Основной тенденцией в развитии современной электронной техники является использование функциональных элементов субмикронных и нанометровых размеров. При получении пленок нанометровых размеров необходимо решить ряд технологических проблем, среди которых главными остаются воспроизводимость структуры, свойства и термодинамическая стабильность. Эти проблемы связаны между собой и обусловлены тем, что процессы образования твердотельного состояния рассматриваются с позиций равновесной термодинамики [1]. В этих веществах наблюдается нарушение симметрии, которое приводит к изменению ряда физических характеристик. Подход к рассмотрению процессов роста неупорядоченных материалов, учитывающий все вышеизложенные моменты, открывает новые возможности для моделирования строения аморфных полупроводниковых пленок. Следует отметить, что сама теория сложных систем находится на этапе становления, а применяемые ею методы пока далеки от совершенства. Методология этой теории позволяет критически переосмыслить многие устоявшиеся положения физики твердого тела [2]. Кристаллизация аморфных тетрагональных пленок, проводившаяся в установке ВУП-4 при температуре 565K, приводила к образованию высокосовершенной монокристаллической пленки $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ с тетрагональной решеткой ПГС $I4_1/amd$. Параметры тетрагональной сверхрешетки $a=3a_0=2,46; c=2c_0=1,82$ нм. Следует также отметить, что под действием электронного пучка в электронографе ЭМР-102 при максимальном накале нити катода и ускоряющем напряжении 75 кВ происходит частичная кристаллизация аморфных пленок [3]. Уменьшая плотности электронного пучка удается предотвратить кристаллизацию аморфных пленок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$.

В данной работе исследован ближний порядок в аморфных пленках $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ ($x=0,03; 0,05$ ат.%) толщиной 20 нм, полученных вакуумным осаждением. Ис-

ходным материалом для испарения служил синтезированный $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$. Навеска испарялась в вакууме $\sim 10^{-4}$ Па из вольфрамовой навитой конической спирали на подложки из свежих сколов NaCl и целлулоида, находящихся при комнатной температуре; скорость охлаждения около 0,8 нм/с. Расчет электронограммы свеженапыленных образцов, которая содержит 3 диффузных кольца, соответствует значениям $S=4lI\sin\theta / \lambda=24,090; 39,863; 68,658$ нм⁻¹.

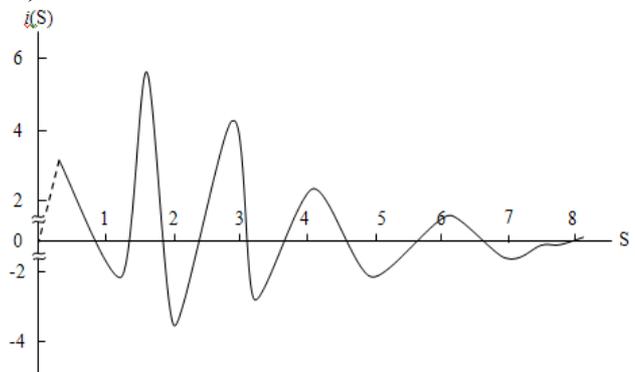


Рис.1. Интерференционная функция рассеяния электронов аморфного $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$

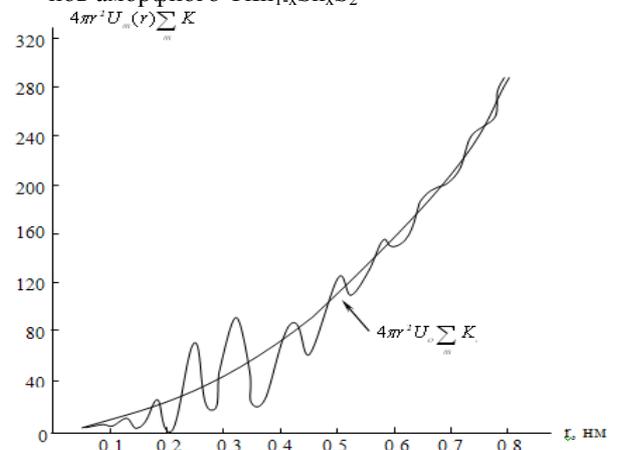


Рис.2. Кривая радиального распределения атомов $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$

Кривая интенсивности рассеяния электронов от аморфной пленки $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ получена методом электрической регистрации интенсивностей дифракционных линий на приборе ЭМР-102 с использованием фильтра неупругих электронов. Для учета фона и нормировки экспериментальной интенсивности применялся метод Набитовича [4]. По полученным указанным способом интенсивностям построена интерференционная кривая $i(s)$ а также кривая радиального распределения атомов (КРРА), нанотолщинной аморфной пленки $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$, представлены на рисунках 1 и 2. Из КРРА аморфного $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ выявлены три максимума при $r_1=0,248$; $r_2=0,325$; $r_3=0,438$ нм (Рис.2). Соответственно площади под максимумами равны $\Delta_1=19,48$; $\Delta_2=47,93$; $\Delta_3=7,82$. Значение зерен аморфных пленок колеблется в пределах $4 \div 8$ нм. Исследование размеров частиц раскрывает взаимодействие атомов таллия, индия и серы в зернообразующей аморфной пленке $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$.

Первая координационная сфера с r_1 интерпретируется как среднее значение из расстояний между атомами индия и серы. Соответственно координационное число $n_1=4,1$, а это свидетельствует о связи между атомами индия и серы и тетраэдрическом окружении атомов индия.

Вторая координационная сфера с r_2 соответствует расстояниям между атомами таллия и серы. Расчет числа ближайших соседей таллия дает значение $n_2=7,1$. То есть определенная часть атомов таллия окружены шестью и восемью атомами серы, что свидетельствует о более плотной упаковке структурных единиц. И так наши данные полученные для аморфной пленки $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$, говорят о том, что ближние порядки данной пленки и пленки $TlInS_2$ с тетрагональной решеткой отличаются не так сильно, как монокристаллические пленки. А также обнаружена реакция взаимодействия, при которой на основе тетрагональной сверхструктурной решетки состава $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ при больших значениях x происходит образование твердых растворов замещения указанных химических составов.

-
- [1]. *Н.Кобяси*. Введение в нанотехнологию (М. БИНОМ, 2005).
[2]. *С.П. Вихров, Н.В. Бодягин, Т.Г. Ларина, С.М. Мурсалов*. ФТП, т.39, вып. 8, 953, (2005).

- [3]. *М.Ф. Алиева, Д.И. Исмаилов, Э.Ш. Алекперов, Ф.И.Алиев*. ФТП, т.37, вып.7, 772, (2003)
[4]. *И.Д. Набитович, Я.И. Стецев, Я.В. Волощук*. Кристаллография, вып. 12, 584, (1967).

Received: 10.02.2007