

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади
Йилда 6 марта чиқади

6-2019

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

А.Бердиалиев, М.Зокиров	
Лингвистик интерференция ва унинг ўзбек-тожик тиллари контактига алоқаси	88
Ш.Турдиматова	
Функционимлар ва уларнинг тил луғат таркибининг макроқурилмалар тизимига мансуб ҳодисалар билан ўзаро муносабати ҳақида	92
М.Эргашев	
Инглиз ва ўзбек тилларида “феълли боғланиш” лисоний категория сифатида	98
Х.Исмоилов	
Суд нутқининг социолингвистик таҳлилига доир	101

ИЛМИЙ АХБОРОТ

Г.Тиллабаева	
Биринчи тартибли чизиқли оддий дифференциал тенгламалар учун кўп нуқтали чегаравий масала	105
М.Аҳмедов, Х.Далиев, М.Онарқулов	
(ВIXSB1-X) 2TE3 поликристалл тензосезгир пленкаларнинг электронографик таҳлили	109
М.Ҳакимов, М.Маматқулов	
Табиий шарбат олиш учун мева ва сабзавотларни қайта ишлайдиган ШҚМ-18 қурилманинг амалдаги намунасини ишлаб чиқиш	112
М.Холиков	
Паразитизмнинг пайдо бўлиши ва оқибатлари	114
Ф.Адилов	
Ўзбекистон ва Озарбайжон халқлари ўртасидаги маданий ҳамкорлик алоқалари (кино ва театр соҳаси мисолида)	116
Т.Тургунбаев	
Кимёвий қуролларнинг яратилиш тарихи, жанговар қўлланилиш тавсифи ва уларнинг инсон организмга таъсири	119
Э.Тажимирзаев	
Фарғона водийси қишлоқларидаги маданий муассасалар фаолияти тарихидан (кино санъати мисолида)	123
Р.Аҳмедова	
Фарғона физиотерапия институтининг ташкил топиш ва фаолияти тарихидан (1923-1950 йиллар) ...	126
В.Ишқуватов	
Ўзбекистонда маҳалланинг моҳияти ва ўзига хослиги	129
К.Пулатов	
XX аср 50-йиллар охири 60-йиллар бошида Ўзбекистонда ижтимоий ва сиёсий ҳаёт (Фарғона водийси мисолида)	132
С.Мўминов, Ш.Мўминов	
Мутолаа маданиятининг лингвокультурологик тамойиллари	135
Б.Жўраева	
«Қорамол» ЛМГи асосида шаклланган ўзбек халқ мақолларининг услубий хусусиятлари	137
М.Назирқулова	
9-синфда Фурқатнинг “Фасли навбаҳор ўлди” ғазали матни устида ишлаш	140
М.Саидқабарова	
Қиссадан ҳиссанинг ғоявий-фалсафий функциялари	144
М.Деҳқонова	
Наим Каримов ижодининг ойбекшунослик тараққиётидаги ўрни	147
Ф.Анварова	
Бошланғич синфларда инглиз тилини тинглаб тушуниш орқали ўқитиш бўйича айрим тавсиялар	151
И.Қирғизов, Ғ.Нажметдинов, А.Исмоилов	
Муסיқий таълимда аждодлар меросидан фойдаланиш амалиёти	154
Ф.Эркабаева	
Замонавий маҳобатли рангтасвир санъатида мусаввир ижодининг нафис чизгилари	156
А.Хасанов	
Ҳарбий таълим факультети талабаларининг ўқув йиғинлари даврида жисмоний машқлар билан шуғулланиш шакллари ҳамда воситаларини аниқлаш	159

ФАНИМИЗ ФИДОЙИЛАРИ

Аҳмаджон Қўшақович Ўринов	163
--	-----

БИБЛИОГРАФИЯ

Библиография	166
--------------------	-----

(Bi_xSb_{1-x})₂Te₃ ПОЛИКРИСТАЛЛ ТЕНЗОСЕНЗИТИВНОГО ПЛЕНКАЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОНОГРАФИК ТАҲЛИЛИ**ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК (Bi_xSb_{1-x})₂Te₃****ELECTRON DIFFRACTION ANALYSIS OF POLYCRYSTALLINE STRAIN-SENSITIVE FILMS (Bi_xSb_{1-x})₂Te₃****М.Ахмедов, Х.Далиев, М.Онаркулов****Аннотация**

Турли конденсация шароитида олинган Bi~Sb-Te етизимининг кристалл фазаларининг тузлиши ўрганилаган (конденсация тезлиги W , таглик ҳарорати T_n) ва дифракция қайтаришларининг гинтенсивлиги маълумотларидан текисликлараро масофаларни ҳисоблаш натижалари келтирилган.

Аннотация

В работе исследована структура кристаллических фаз системы Bi-Sb-Te, полученных в различных условиях конденсации (скорость конденсации W , температура подложки T_n), приведены результаты расчета межплоскостных расстояний из данных интенсивности дифракционных отражений.

Annotation

In this work, we studied the structure of the crystalline phases of the Bi ~ Sb-Te system obtained under various condensation conditions (the condensation rate W , the substrate temperature T_n), and the results of calculating interplanar distances from the data of the intensity of diffraction reflections.

Калит сўз ва иборалар: электронограмма, микродифракция, дифракция, қалинлик, пленка, интенсивлик.

Ключевые слова и выражения: электронограмма, микродифракции, дифрагированный, толщина, пленка, интенсивность.

Keywords and expressions: electron diffraction pattern, microdiffraction, diffracted, thickness, film, intensity

Метод микродифракции дает наглядную информацию о микроструктуре объектов, однако сферическая абберация объективной линзы искажает микродифракционную картину и не позволяет осуществлять прецизионные измерения межплоскостных расстояний кристалла. Поэтому прецизионные дифракционные исследования пленок на просвет производились в электронографии ЭМР-100 при ускоряющем напряжении 75 кВ. Принципиальное отличие этого прибора от электронного микроскопа заключается в отсутствии электромагнитных линз между образцом и фотопластиной.

Хорошо известно, что картина рассеяния плоской монохроматической волны на кристалле имеет четко выраженные максимумы, если длина волны излучения λ меньше межатомного расстояния. Возникающая дифракционная картина является результатом интерференции элементарных сферических волн, рассеянных отдельными атомами. Можно показать, что максимумы интерференции возникают лишь в таком направлении, когда разность волновых векторов \vec{S} рассеянной (или дифрагированной) и падающей

\vec{k}_0 волн кратна вектору обратной решетки кристалла

$$\vec{S} = \vec{k} - \vec{k}_0 = 2\pi n \vec{g} \quad (1),$$

где n – целое число (порядок отражения).

Это соотношение эквивалентно условию Вульфа-Брегга

$$|\vec{g}| = \frac{1}{2\pi} |\vec{S}| = \frac{1}{d_{hkl}} = \frac{2 \sin \theta}{\lambda} \quad (2),$$

где θ – половина угла рассеяния, $d = |\vec{g}|^{-1}$ – расстояние между атомными плоскостями кристалла, индексы Миллера которых (hkl) , перпендикулярны вектору \vec{g}_{hkl} [1,574].

Направления распространения и интенсивности дифрагированных волн относительно первичной волны определяются размерами и формой элементарной ячейки кристалла и пространственным расположением атомов в ней [2,432].

Электронограмма от поликристалла представляет собой ряд концентрических окружностей, расположенных в плоскости фотопластины. Это является результатом

М.Ахмедов – ФерГУ, доцент, кафедра безопасности жизнедеятельности.

Х.Далиев – Институт физики полупроводников и микроэлектроники при УзНУ, профессор,

М.Онаркулов – ФерГУ, кафедра прикладной математики и информатики, преподаватель.

усреднения ориентации отдельных кристаллитов по всем направлениям в пространстве. Таким образом, геометрия снимка поликристалла сводится к набору длин $|\bar{g}_{hkl}|$, т.е. к набору межплоскостных расстояний d_{hkl} , присущих данной кристаллической решетке.

Каждое вещество характеризуется определённым набором d_{hkl} , поэтому в данной работе осуществляется электронографический фазовый анализ, когда по набору d (с учетом примерной интенсивности дифракционных колец) данный объект идентифицировался известной ранее фазой или смесью фаз.

В качестве эталона нами использовался монокристаллический кремний. Дифракционные исследования проводились в электронографе ЭМР-100. Точность определения межплоскостных расстояний в электронном микроскопе ограничивалась aberrациями электромагнитных линз и составляла несколько процентов. Поэтому фазовый анализ структуры пленок осуществлялся в электронографе ЭМР-100, который позволяет измерять d_{hkl} погрешностью не хуже 1%.

Из рентгеноспектральных измерений следует, что химический состав пленок изменяется по толщине [3]. Поэтому естест-

венно было предположить, что фазовый состав также изменяется по толщине пленки. В этом случае на электронограммах, полученных в режиме анализа пленки на просвет, будет наблюдаться наложение дифракционных картин от всех фаз, присутствующих в пленке. Проанализируем структуру кристаллических фаз системы $Bi-Sb-Te$, используя имеющиеся в литературе данные.

На рис.1. приведены электронограммы от пленок, полученных нами в различных условиях конденсации (скорость конденсации W , температура подложки T_n), и результаты расчета межплоскостных расстояний из данных интенсивности дифракционных отражений, полученных на основе эксперимента.

Для расшифровки электронограмм величины межплоскостных расстояний и интенсивностей, наблюдаемых в эксперименте, сопоставлялись с аналогичными данными для известных кристаллических фаз, которые могут присутствовать в пленках. Данные для поликристаллитов Te , Sb и σ -фазы Bi_2Te_3 взяты из [4,85-88]. Рассчитанные нами значения для этой фазы соответствуют параметрам решетки $a=4,28 \text{ \AA}$ и $c=30,5 \text{ \AA}$.

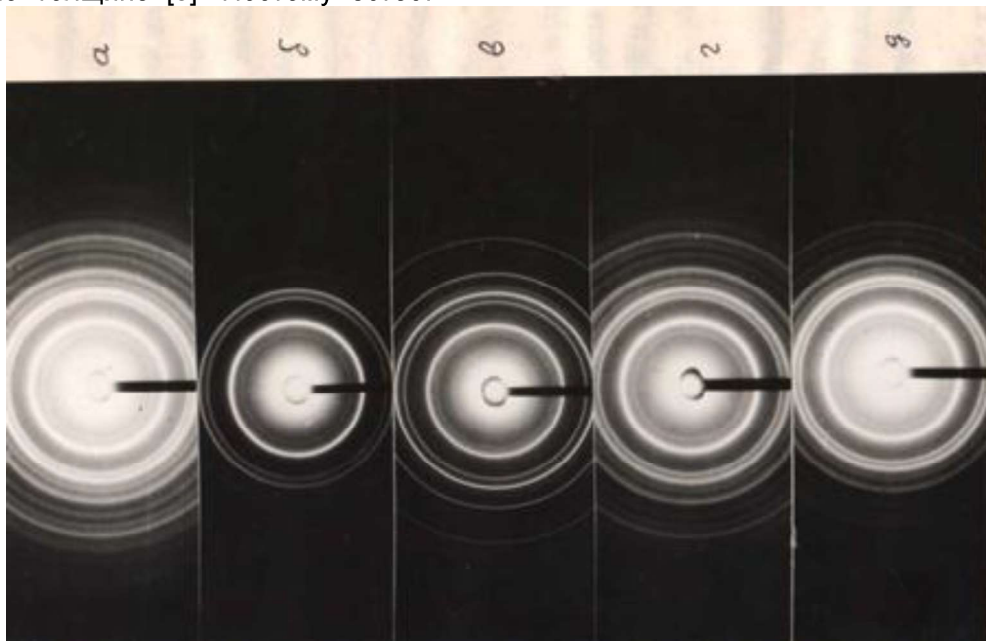


Рис.1. Электронограммы пленок $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ в зависимости от W и T_n : $W=200 \text{ \AA}/c$ - $T_n=50^\circ\text{C}$ (а), 90°C (б) и 150°C (в), $W=80 \text{ \AA}/c$ (г), $T_n=90^\circ\text{C}$ и $450 \text{ \AA}/c$, $T_n=90^\circ\text{C}$ (д).

Из сравнения электронограмм и межплоскостных расстояний видно, что на всех дифракционных картинах присутствует в основном одна и та же система d_{hkl} . Однако соотношение интенсивностей дифракционных колец зависит от условий конденсации пленки.

При $T_n = 150^\circ\text{C}$ на электронограмме присутствует несколько дополнительных дифракционных колец $a=5,05$; $3,70$; $2,64$; $2,02$ и $1,69 \text{ \AA}$, которые не наблюдаются в других экспериментах.

Анализ результатов данных интенсивности дифракционных отражений показывает, что во всех пленках присутствует смесь поликристаллических фаз: Sb, Te и σ – фазы типа $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$. Поскольку большинство значений d для разных фаз практически совпадает, то установить величину x по электронограммам не представляется возможным. Однако, учитывая результаты изменения химического состава пленок, можно предположить, что параметры решетки σ -фазы непрерывно увеличиваются от подложки к поверхности пленки в соответствии с ростом концентрации Bi. Дифракционных отражений свободного висмута в пленках не наблюдалось. Это означает, что висмут присутствует в пленках только в виде соединения со структурой σ – фазы. Пленка, полученная при $T_n = 150^\circ\text{C}$, по сравнению с другими экспериментами, содержит большее количество свободной сурьмы. Это видно по появлению дифракционного отражения $cd = 3,70 \text{ \AA}$, которое достаточно слабое по интенсивности и поэтому не наблюдается в других экспе-

риментах. Кроме этого, при $T_n=150^\circ\text{C}$ на электронограммах наблюдаются дополнительные рефлексы с $d=5,05; 2,81; 2,64; 2,02; 1,69 \text{ \AA}$.

Эксперименты показали, что увеличение скорости конденсации при постоянной $T_n = 90^\circ\text{C}$ сопровождается ростом концентрации свободной сурьмы в пленке по отношению к теллуру. Уменьшение до 50°C при постоянной $W \approx 200 \text{ \AA/с}$ приводит к росту концентрации свободного поликристаллического теллура.

Было установлено, что наилучшим тензоэлектрическим свойствам пленок соответствуют оптимальные условия их конденсации: $T_n = 90^\circ\text{C}$, $W \approx 200 \text{ \AA/с}$. Из сопоставления этих данных с результатами электронографического и рентгеноспектрального анализов следует, что в оптимальном технологическом режиме получают пленки, содержащие в основном соединение $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$. Причем, значение x изменяется по толщине [5,597-603; 6,32-35]. Это изменение сопровождается изменением концентраций поликристаллических фаз теллура и сурьмы.

Литература:

1. П.Хирли, А.Хови, Р.Никонсон, Д.Пэшли, М. Уэлан. Электронная микроскопия тонких кристаллов.- М.:Мир.- 1974.
2. Дж.Каули. Физика дифракции.-М.:Мир.-1979.
3. В.М. Грабов, Е.В. Демидов, В.А. Комаров. ФТТ, 50 (7),1312 (2008).
4. М.М.Стасова, О.Г.Карпинский. О слойности в структурах селенидов и теллуридов висмута и теллуридовсурьмы.//Журнал структурной химии.-1967.-Т.8.-№1.
5. В.А. Комаров, В.М. Грабов, А.В. Суслев, Н.С. Каблукова, М.В. Суслев. Эффекты Холла и Зеебека в тонких пленках висмута на подложке из слюды в диапазоне температур 77–300К. Физика и техника полупроводников, 2019, том 53, вып. 5.
6. Онаркулов К.Э., Юлдашев А.А., Азимов Т., Йўлдошқори Ш. //Висмут-сурьма теллуриди юпқа пардаларнинг электрофизик хоссаларига технологик жараённинг таъсири. “ФарДУ. Илмий хабарлар-научный вестник ФерГУ”. -2017. -№2.

(Тақризчи: К.Онаркулов – физика-математика фанлари доктори, профессор)