

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.Онаркулов | |
| (ВIXSB1-X) 2TE3 поликристалл тензосезгир пленкаларнинг электронографик таҳлили | 109 |
| М.Ҳакимов, М.Маматкулов | |
| 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 аберрация 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 $c=30,5 \text{ \AA}$.

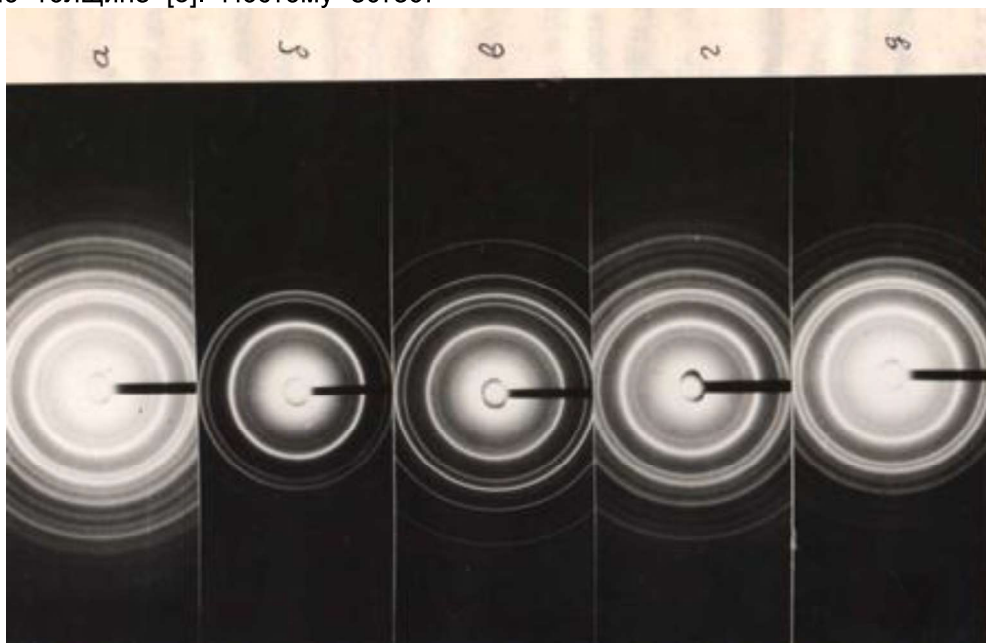


Рис.1. Электронограммы пленок $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ в зависимости от W и T_n : $W=200 \text{ \AA}/c$ - $T_n=50^\circ\text{C}$ (а), 90°C (б) и 150°C (в), $W=80 \text{ \AA}/c$ (г), $T_n=90^\circ\text{C}$ и $450 \text{ \AA}/c$, $T_n=90^\circ\text{C}$ (д).

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 $T_n = 150^\circ C$, 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 $T_n = 150^\circ C$ 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 $T_n = 90^\circ C$ сопровождается ростом концентрации свободной сурьмы в пленке по отношению к теллуру. Уменьшение до $50^\circ C$ при постоянной $W \approx 200 \text{ \AA/s}$ приводит к росту концентрации свободного поликристаллического теллура.

Было установлено, что наилучшим тензоэлектрическим свойствам пленок соответствуют оптимальные условия их конденсации: $T_n = 90^\circ C$, $W \approx 200 \text{ \AA/s}$. 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 слоистости 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)