

ПОЛУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ СТРУКТУР В ОПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

В.И.Наливайко¹, Г.С.Юрьев², Б.Г.Гольденберг³, К.Г.Бессонов¹

1) *Институт автоматизи и электрометрии СО РАН, Новосибирск*

2) *Сибирский Центр синхротронного излучения, Новосибирск*

3) *Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН, Новосибирск*

Проведены исследования изменений оптических свойств и структуры халькогенидных и оксидных стекол при воздействии рентгеновского синхротронного излучения для получения фазовых профилей в этих материалах в виде изменений показателя преломления или рельефа поверхности.

Для экспонирования выбраны пленочные образцы халькогенидных стекол толщиной 1 – 10 мкм состава As-S, As-S-Se и As-Se. Оксидные стекла представлены в виде массивных полированных пластин толщиной 2 – 4 мм марки К-108 и КВ.

Экспонирование образцов проводилось на сканирующем стенде станции "LIGA-2" в канале вывода СИ из накопителя ВЭПП-3 "белым пучком" рентгеновского СИ (при энергии электронов в накопителе 2 ГэВ, поле в точке излучения 2 Т) в спектральном диапазоне от 2 до 30 кэВ, при плотности падающей мощности 0,75 кДж/см² [1].

Исследования структуры образцов до и после экспонирования проводилось на дифрактометре высокого разрешения с использованием синхротронного излучения ВЭПП-3.

По полным массовым коэффициентам ослабления для фотоэффекта проводился расчет линейных коэффициентов поглощения входящих в состав стекол элементов. По результатам расчетов оценивалась глубина экспонированной области стекол. Для получения информации об изменениях оптических свойств и структуры стекол в результате облучения СИ применялись фазоконтрасные и спектральные методики в оптическом диапазоне и рентгеноструктурные исследования на $\lambda_{Cu, Mo} \cong 1,54$ и 0,7 А.

В халькогенидных пленках толщиной 1 мкм контактным проецированием тестовых объектов с помощью синхротронного излучения [2] и последующего селективного травления получены рельефные изображения объектов глубиной до 3λ в оптическом диапазоне ($\lambda = 0,55$ мкм).

В оксидных стеклах после облучения рентгеновским излучением в результате изменения структуры отмечены большие увеличения коэффициентов поглощения в видимой области спектра. Этим изменениям сопутствовали возрастания показателей преломления стекол, что позволило реализовать фазовые профили тестовых объектов в пластинах этих материалов. Также отмечено различие в скоростях травления экспонированных и неэкспонированных участков стекол.

Экспериментальные дифракционные картины неэкспонированных пленочных образцов As₂S₃ показали наличие как меж-, так и внутримолекулярной дифракции. Структура пленок халькогенидного стекла представлена нами молекулярными образованиями из пяти атомов As₂S₃, расположенными в пространстве на расстоянии 0,5с, причем развернутые относительно центра молекулы на 90°, затем эти молекулы последовательно транслированы на расстояния 0,5с, 0,37а и 0,5с. Параметры моноклинной элементарной ячейки а = 11,562 А, с = 9,2607 А, с = 4,267 А, $\gamma = 90,82^\circ$ [3]. Сравнение экспериментальных и теоретически рассчитанных дифракционных картин демонстрируется (Рис.1).

Изучено изменение экспериментальных дифракционных картин пленок As₂S₃, облученных СИ на станции "LIGA-2", ВЭПП-3 и лазерным излучением ($\lambda = 0,5154$ мкм). Обнаружено отсутствие межмолекулярной дифракции в образцах, облученных лазерным излучением. Это указывает на образование единой пространственной сетки химических связей между молекулами As₂S₃ в результате взаимодействия с оптическим излучением. В

случае облучения образцов синхротронным излучением кроме внутримолекулярной дифракции представлена межмолекулярная дифракция (110), (100) отражениями, аналогичными поликристаллическому состоянию [3].

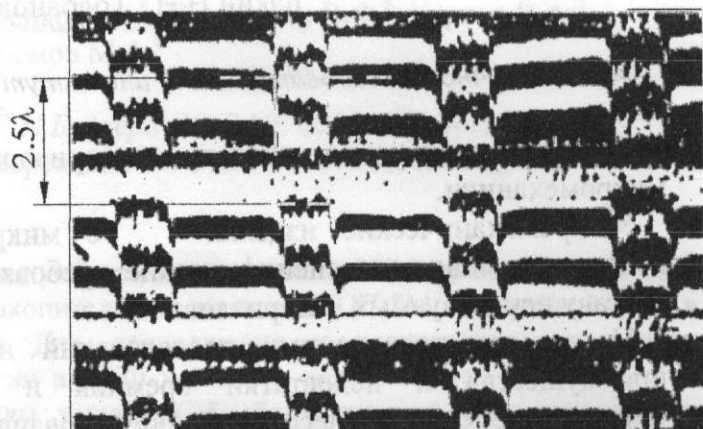
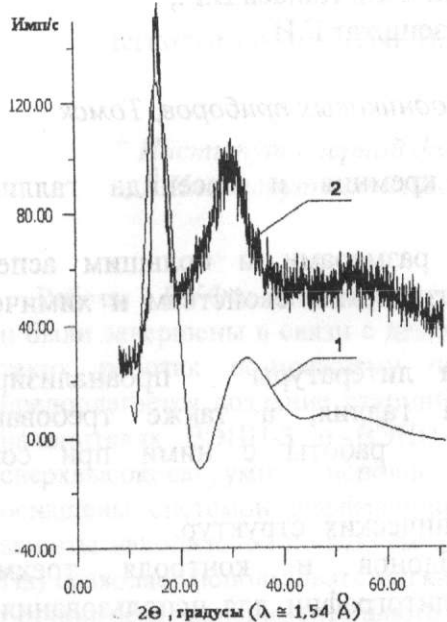


Рис.1. Теоретическая (1) и экспериментальная (2) картины рентгеновской дифракции для пленки As_2S_3 , полученной термическим напылением в вакууме.

Рис.2. Интерферограмма изображения тест-объекта в халькогенидной пленке с глубиной рельефа $2,5 \lambda$ ($\lambda = 0,55 \text{ мкм}$).

В итоге, с помощью селективного травления облученных синхротронным излучением образцов халькогенидных и оксидных стёкол получены рельефные изображения тестовых объектов – металлических сеток (Рис.2). Дифрактометрически показано, что в структуре тонких слоёв As_2S_3 кроме единой сетки связей между атомами (внутримолекулярная дифракция) существуют межмолекулярные образования (межмолекулярная дифракция на молекулах As_2S_3), отстоящие рядом на расстоянии $d \cong 4,9 \text{ \AA}$ ($n\lambda = 2d \cdot \sin\Theta$, $\Theta \cong 18^\circ$, $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$). После облучении синхротронным излучением слоёв As_2S_3 дифракционная картина, в отличие от случая облучения лазерным излучением, показывает отражения (110), (100) выделившихся поликристаллов.

[1] А.Н.Генцелев, Б.Г.Гольденберг, В.И.Кондратьев, Г.Н.Кулипанов, Л.А.Мезенцева, Г.Мигинская, С.И.Мишнев, В.П.Назьмов, В.Ф.Пиндюрин, В.М.Цуканов. LIGA-станция на накопителе ВЭПП-3//публикуется в трудах конференции РСНЭ-2001, Москва, ИК РАН, 21-25 мая, 2001г.

[2] В.П.Коронкевич, Г.Н.Кулипанов, В.И.Наливайко, В.Ф.Пиндюрин, А.Н.Скринский, ДАН СССР, т. 239, № 6, (1978) 1334.

[3] ICSD Collection code N 15239.

Наливайко Валерий Игоревич, nalivaiko@L23.iae.nsk.su
ИАЭ СО РАН, пр. ак. Коптюга 1, 630090, Новосибирск