

Таким образом, в данной работе были получены следующие основные результаты:

- Разработан метод глубокого жидкостного травления стеклянных подложек.
- Разработан метод соединения стеклянных подложек.
- Изготовлены и исследованы макетные образцы микрофлюидных устройств на стеклянных подложках.

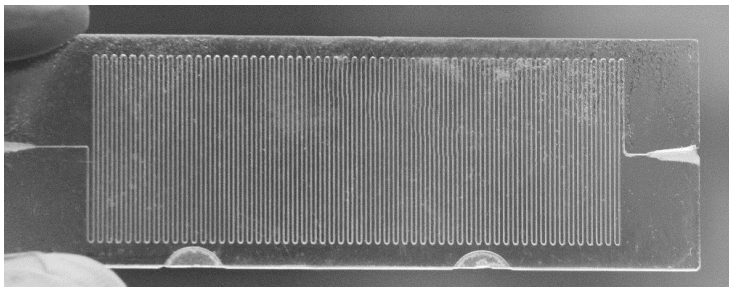


Рисунок 2 – Макетный образец микрофлюидной системы на подложке из нагреваемого стекла

На следующих этапах работы планируется исследование предельных возможностей предложенного метода изготовления микрофлюидных систем.

Список использованных источников

1. Евстапов, А. А. Микрофлюидные чипы из стеклянных материалов [текст] / А.А. Евстапов, Т.А. Лукашенко, Г.Е. Рудницкая, А. Л. Буляница, В. Е. Курочкин, В. С. Гусев, О. Г. Иванов, И. Ф. Беркутова, А. А. Савицкая // НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. Том 22. - 2012. -№2. С. 27–43.
2. Haeblerle, S. Microfluidic Platforms for Lab-on-a-Chip Applications [текст]/ Haeblerle S., Zengerle R. // Lab. Chip.- 2007. -Vol. 7. -P. 1094–1119.

УДК 621.383

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРОСКОПИИ ОТРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ +Z и -Z ПОВЕРХНОСТЕЙ НИОБАТА ЛИТИЯ

Е. Пантелей, В.Д. Паранин

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»

Кристаллы ниобата лития полярных срезов используются для формирования регулярных доменных структур (РДС), применяемых для

нелинейного преобразования частоты лазерного излучения. Генерация коротковолнового излучения требует уменьшения периода и размеров доменов. Для всех перечисленных технологий это обуславливает применение более тонких подложек. Это позволит снизить электрическое напряжение и уменьшить изменение поперечных размеров доменов по толщине кристалла. Кроме того, тонкие подложки позволяют использовать эффект удвоения периода РДС вблизи контактных электродов, расположенных на $+Z$ поверхности ниобата лития. Указанное удвоение периода доменов наблюдалось на небольшой глубине кристалла, не более 20..50 мкм от поверхности. Таким образом, возникает задача неразрушающего определения $+Z$ и $-Z$ поверхностей тонких (десятки - сотни микрометров) кристаллов ниобата лития полярных срезов.

Цель работы - применение метода спектроскопии отражения в ультрафиолетовом диапазоне для определения знака поверхности полярного среза ниобата лития.

Определение положительной и отрицательной поверхностей кристалла обычно осуществляется с помощью пьезоэлектрического метода, химического и рентгеновского. Перечисленные методы дорогостоящие, сопровождаются загрязнением и механическим нагружением подложки [1,2]. Для подобной диагностики лучше подходят методы оптической спектроскопии, позволяющие бесконтактно контролировать содержание примесей и фазовый состав поверхностного слоя ниобата лития. Среди многообразия оптических методов стоит отметить спектроскопию отражения в спектральной области собственного поглощения. Коротковолновое излучение ультрафиолетового диапазона эффективно взаимодействует с собственными и примесными атомами ниобата лития, дефектами поверхностного слоя. Поэтому следует ожидать отличия спектров УФ-отражения, обусловленного различной концентрацией противоположно заряженных дефектов и сегнетоэлектрическим изгибом зон вблизи $+Z$ и $-Z$ поверхностей.

Исследование спектров отражения полярных поверхностей ниобата лития R_{+Z} и R_{-Z} проводилось на спектрофотометре Shimadzu UV-2450 со специальной приставкой 206-14046. В качестве образцов использовались конгруэнтные кристаллы ниобата лития Z -среза толщиной 0,55 мм. Диапазон измерения составлял 190..350 нм, шаг измерения и спектральная ширина щели – 1нм, скорость сканирования – медленная. Угол падения излучения, имеющего эллиптическую поляризацию, был равен 5° . Каждая спектральная характеристика усреднялась по 5 измерениям. Приемником излучения указанного спектрофотометра является фотоэлектронный умножитель. Это обуславливает малую интенсивность излучения, исключающую возможность фотоиндуцированного изменения свойств кристалла в процессе измерения.

Кристаллы предварительно очищались от органических и неорганических загрязнений. Перед измерением спектров отражения R_{+Z} и R_{-Z} определялся знак полярных поверхностей пьезоэлектрическим методом.

При исследовании полярных поверхностей кристаллов было обнаружено различие спектров отражения, особенно хорошо заметное в диапазоне 190..260 нм, которое устойчиво повторялось во всех исследуемых образцах (Рис. 1). Из полученных данных следует, что отражение $-Z$ поверхности на несколько процентов превышает отражение $+Z$ поверхности. Этого достаточно для надежного выявления необходимой полярной поверхности простыми фотометрическими средствами.

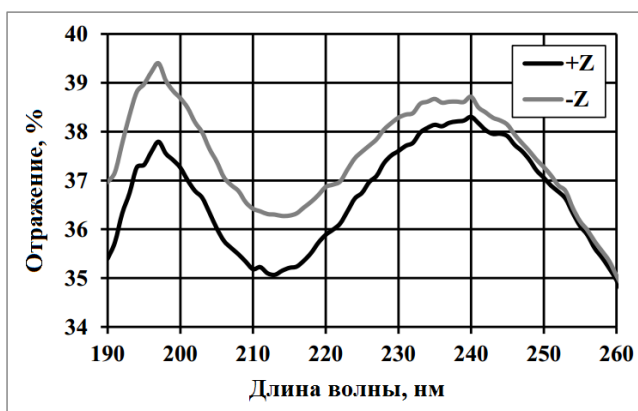


Рисунок 1 – Спектры отражения от $+Z$ и $-Z$ поверхностей ниобата лития

Предложенный метод может использоваться для кристаллов ниобата лития малой толщины, в десятки – сотни микрометров без учета отражения от дальней поверхности. Оценим проникновение коротковолнового излучения в кристалл D_p по уровню $1/e$ для амплитуды падающей электромагнитной волны (табл.1).

Таблица 1 – Показатели преломления и поглощения Z-среза кристалла

λ , нм	190	200	210	220	230	240	250	260
n	1.791	2.013	2.236	2.504	2.910	3.341	3.605	3.528
k	1.471	1.545	1.627	1.706	1.686	1.494	1.140	0.494
D_p , нм	20.56	20.60	20.54	20.52	21.71	25.57	34.90	83.77

Воспользуемся известной формулой $D_p = \lambda / (2\pi k)$, где k – комплексная часть показателя преломления. Значения действительной n и комплексной k частей показателя преломления для Z -среза кристалла были взяты из литературы [3].

Согласно расчетам, коротковолновое излучение диапазона 190..260 нм проникает в кристалл ниобата лития на глубину десятки нанометров по уровню $1/e$. Следовательно, метод спектроскопии отражения применим для кристаллов толщиной десятки – сотни микрометров. В заключение следует отметить простоту и надежность рассмотренного метода определения знака полярной поверхности по спектру (интенсивности) отражения в ультрафиолетовом диапазоне. Для измерения подходит практически любой стабилизированный источник излучения с длиной волны $\lambda \leq 260$ нм. Метод является качественным и не предъявляет особых требований к ширине спектра и поляризации излучения источника.

Список использованных источников

1. Кузьминов, Ю.С. Электрооптический и нелинейно-оптический кристалл ниобата лития [Текст]/ Ю.С. Кузьминов. – М.: Наука, 1987. – 264с.
2. Сидоров, Н.В. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны [Текст]/ Н.В. Сидоров, Т.Р. Волк, Б.Н. Маврин. – М.: Наука, 2003. – 255 с.
3. Palik, E.D. Handbook of Optical Constants of Solids/ E.D. Palik. – Maryland: Academic Press, 1997. – 3224 p.

УДК 538.93

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МИКРО И НАНОПОРАХ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

А. Н. Агафонов, А.В. Еремин

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва»

Задача комплексного моделирования процессов переноса на микро- и мезоуровнях с учетом адсорбционных явлений является актуальной для таких направлений, как микро- и наносенсорика, катализ и т.д. Использование традиционных (макроскопических) подходов к моделированию физико-химических процессов, в микро- и мезосистемах в большинстве случаев не позволяет получить удовлетворительных результатов, в связи с чем возникает необходимость применения имитационных методов, в частности молекулярной динамики (МД) [1]. Одной из актуальных проблем является проблема моделирования физико-химических процессов на границе раздела газ/твердое тело, в