

МИКРОТВЁРДОСТЬ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ LiNbO_3

В. А. Юрьев, А. Б. Волынцев, А. В. Сосунов

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

Ниобат лития (НЛ) широко используется при создании интегрально-оптических схем в качестве основы для размещения протонообменных волноводов. Физические и химические свойства НЛ выделяют его среди аналогичных материалов, в то время как возможность выращивания методом Чохральского [1] делает его доступным для массового производства.

В процессе производства пластин НЛ, непосредственно используемых в интегрально-оптических схемах и элементах, кристалл подвергается различным видам физических и/или химических обработок. Это необходимо для создания гладкой поверхности пластины, на которой будет создана структура волновода. Однако показано [2], что совокупность процедур обработки приводит к созданию приповерхностного дефектного слоя, резко отличающегося по своим свойствам от остального кристалла, его собственной дефектной структуры [3]. Глубина расположения этого слоя и его физические характеристики могут оказывать влияние на свойства волновода в кристалле [4]. Неоднородность слоя может привести к отсутствию воспроизводимости результатов работы интегрально-оптической схемы, что является недопустимым в массовом производстве.

Целью данной работы является изучение некоторых характерных свойств приповерхностного дефектного слоя — его толщины и механических характеристик.

Образец размером $20 \times 10 \times 1$ мм² сначала был вырезан из пластины НЛ производства Crystal Technology, затем процарапан алмазной пирамидой по одной стороне и надломлен вручную по линии реза. Такой метод подготовки меньше всего нарушает внутреннюю структуру кристалла.

Для описания исследуемой структуры образца использовали сканирующий электронный микроскоп Hitachi S3400N при ускоряющем напряжении 20 кВ в режиме рассеянных электронов. Для получения наиболее точного изображения структуры непроводящую поверхность образца не покрывали специальным напылением, что привело к снижению качества изображения.

Исследование механических характеристик образца проводили с помощью атомного силового микроскопа Bruker Icon путем внедрения алмазного индентора в исследуемую поверхность. Жесткость материала оценивалась по величине глубины внедрения, наблюдаемой при заданном значении силы вдавливания — 2 мкН. Глубина внедрения оценивалась по кривой индентирования, полученной на обратном ходе кантилевера.

Исследование проводили на поверхности размером 12×48 мкм с шагом сетки 1,2 мкм по обоим направлениям. Каждая точка получена путём осреднения десяти значений соответствующего параметра.

Результаты сканирующей электронной микроскопии представлены на рисунке 1.

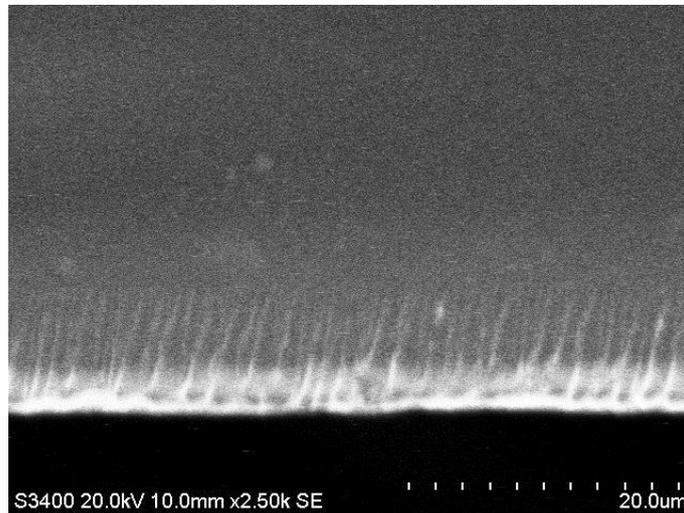


Рис. 1. Микроструктура поперечного сечения НЛ

Из рисунка 1 виден приповерхностный слой, толщиной порядка 15 мкм. В дефектном слое наблюдаются плоскости множественного скольжения поверхности излома, тогда как в толще кристалла скол преимущественно идет по одной плоскости. Это указывает на высокую плотность дислокаций в дефектном слое, отклоняющих поверхность скола при деформации.

Зависимость глубины внедрения индентора от расстояния до поверхности образца показана на рисунке 2.

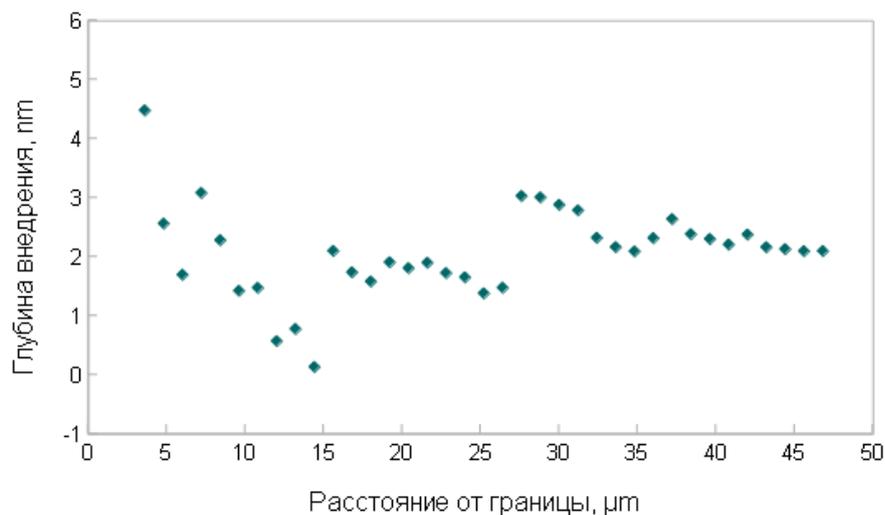


Рис. 2. Механические свойства приповерхностного слоя НЛ

Мы наблюдаем непостоянство механических характеристик в слое глубиной до 15 мкм. Существует чёткая граница, разделяющая дефектный слой и остальной кристалл. Результаты исследований хорошо согласуются между собой.

Список литературы

1. *Блистанов А. А.* Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. М.: МИСИС, 2000. 432 с.
2. Интегральная оптика / Под ред. Т. Тамира. М.: Мир, 1978. 344 с.
3. *Кузьминов Ю. С.* Электрооптический и нелинейнооптический кристалл ниобата лития. М.: Наука, 1987. 264 с.
4. *Jungerman R. L.* et al. High-speed optical modulator for application in instrumentation // J. Light. Technol. 1990. Vol. 8(9). P. 1363-1370.