

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

УДК 535.3

DOI: 10.17223/00213411/62/4/89

*К.М. МАМБЕТОВА, С.М. ШАНДАРОВ, А.И. ТАТЬЯНИКОВ, С.В. СМЕРНОВ***АГРЕГИРОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ НА X-СРЕЗЕ КРИСТАЛЛА LiNbO₃:Cu ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ ГОЛОГРАММ***

Описана технология поверхностного легирования пластины X-среза ниобата лития ионами меди методом высокотемпературной диффузии из металлической пленки. Представлены результаты экспериментов по агрегации диэлектрических наночастиц на поверхности полученного образца электрическими полями фоторефрактивных голографических решеток, формируемых за счет фотогальванического механизма лазерными пучками с длиной волны 532 нм.

Ключевые слова: ниобат лития, оптический пинцет, фотогальванический эффект.

Введение

В настоящее время проявляется значительный интерес к генерируемому в приповерхностных областях кристаллов ниобата лития за счет фотогальванического эффекта пространственно-неоднородным электрическим полям, связанный с задачей создания оптически управляемых манипуляторов микро- и наночастицами (оптических пинцетов) [1–4]. В работах [1–4] для структурирования ансамблей микро- и наночастиц были использованы поля объемных фоторефрактивных голограмм, формируемых в кристаллах LiNbO₃:Fe. В качестве преимущества пинцетов фотогальванического типа перед традиционными оптическими манипуляторами авторы [2], рассмотревшие захват микрочастиц CaCO₃ с размерами 1–10 мкм полем голограммы с периодом $\Lambda = 30$ мкм на поверхности кристаллов X-среза, указывают на большие силы, действующие на микро- и наночастицы. В [4] показано, что ключевую роль в обеспечении высокой степени агрегации микро- и наночастиц играет контраст m интерференционной картины, используемой для фотогальванического формирования поверхностного потенциального рельефа. Наилучшие результаты для изотропных частиц и легированного ионами железа ниобата лития X-среза достигались здесь при $m = 0.9$.

Как известно [5, 6], большие значения фотовольтаических полей (50–100 кВ/см) наблюдаются и при легировании кристаллов LiNbO₃ ионами Cu. Для этого может использоваться технология высокотемпературной диффузии, позволяющая получить образцы LiNbO₃:Cu с толщиной до 1 мм и с общей концентрацией меди от $5.3 \cdot 10^{24}$ до $1.45 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ [6].

В данной работе представлены результаты исследований фотогальванического агрегирования диэлектрических наночастиц на поверхности кристалла LiNbO₃:Cu X-среза, полученного методом высокотемпературной диффузии из металлической пленки меди.

Описание метода и эксперимент

Для диффузионного легирования использовалась пластина из конгруэнтного ниобата лития X-среза с размерами 1×5×13 мм по осям X, Y и Z соответственно, с оптически полированными поверхностями YZ и XY. Процесс диффузии меди в LiNbO₃ включал нанесение пленки Cu с толщиной 400 нм на поверхность YZ термическим испарением в вакууме. Затем проводился нагрев образца, помещаемого в алундовую ампулу, в воздушной атмосфере до температуры $T_{\text{dif}} = 1000$ °С в трубчатой электропечи со скоростью около 12 К/мин, отжиг при данной температуре в течение $t_{\text{dif}} = 9$ ч и последующее естественное охлаждение.

Полученный образец LiNbO₃:Cu имел светло-коричневую окраску, степень которой уменьшалась с расстоянием x от поверхности, подвергавшейся диффузионной обработке. Зависимость показателя поглощения кристалла $k_{532}(x)$ на длине волны 532 нм измерялась при пропускании сфокусированного сферической линзой лазерного пучка вдоль оси Z через полированные грани XY кристал-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках госзадания на 2017–2019 гг. (проекты № 3.1110.2017/4.6 и 3.8898.2017/8.9) и РФФИ (грант № 16-29-14046-офи_м).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>