ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Титова Романа Алексеевича «Технологические и структурные факторы формирования физических характеристик нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ

В диссертации Титова Р.А., исследовано влияния способов легирования металлическим элементом цинком и неметаллическим элементом бором на особенности дефектной структуры и оптические характеристики нелинейно-оптического монокристалла ниобата лития, являющегося одним из наиболее важных современных материалов электронной техники. Результаты исследований, полученные в диссертации, помимо их фундаментальной значимости, важны, прежде всего, для разработки и сопровождения новых технологий выращивания монокристаллов ниобата лития с заданными физическими характеристиками. В частности, для получения легированных монокристаллов ниобата лития важное значение, имеет точное определение концентрационных диапазонов легирующих элементов, в которых монокристалл композиционно однороден. Важным и совершенно новым направлением диссертационной работы является подход к получению совершенных номинально чистых кристаллов ниобата лития, заключающийся в использовании в технологии шихты и монокристаллов неметаллического элемента бора, который, в отличие от металлов, локализуется не в октаэдрических, а в тетраэдрических пустотах кристалла и оказывает при этом существенное влияние на композиционную однородность и оптические характеристики кристалла. Причем концентрация бора в кристалле находится на уровне следовых количеств ($\approx 10^{-4}$ мас.%) многочисленных металлических примесей.

В работе представлен большой объем экспериментальных исследований в области технологии монокристаллов ниобата лития. Полученные монокристаллы исследованы с использованием: спектроскопии комбинационного рассеяния, спектроскопии инфракрасного поглощения, оптической спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, лазерной коноскопии и фотоиндуцированного рассеяния света. Проведены расчеты фотовольтаического и диффузионного полей, особенностей локализации бора в ниобате лития и изобарно-изотермического потенциала образования боратов с примесями металлов в расплаве,

подтверждающие особенности локализации бора в тетраэдрических пустотах. Показано, что бор связывает примеси металлов, ответственных за эффект фоторефракции, что повышает стойкость кристалла к повреждению оптическим излучением.

К числу научных результатов, имеющих наиболее важное значение для технологии получения совершенных монокристаллов ниобата лития, можно отнести следующие:

1. Впервые установлено, что катионы бора B^{3+} встраиваются в тетраэдрические пустоты структуры ниобата лития и вне зависимости от технологии введения в шихту бор входит в кристалл только в следовых количествах. Использование бора позволяет получать номинально чистые монокристаллы с составом, промежуточным между конгруэнтным и стехиометрическим. Технология представляется оптимальной с точки зрения временных и материальных затрат. По технологии получения монокристаллов $LiNbO_3$:B принята заявка на патент.

2. В кристаллах ниобата лития, легированных цинком, впервые обнаружены три новых малых концентрационных порога при 1.39, 3.43 и 5.19 мол. % ZnO.

Замечания по автореферату:

1. В автореферате отсутствует информация о структурной и композиционной однородности и фоторефрактивных свойствах монокристаллов, а также об особенностях распределения структурных неоднородностей и примесей. Такая информация представляет значительный практический интерес.

2. Не представлена информация о подготовке образцов для проведения исследований, в частности процесса монодоменизации.

3. Следовало бы изложить в автореферате использованные методики определения отношение Li/Nb, концентрации точечных дефектов и OH-групп, определяющих фоторефрактивные свойства кристалла.

Замечания не влияют на положительную оценку диссертационного исследования. Автореферат диссертации написан хорошим языком, подробно иллюстрирован, представлены и обоснованы новые научные результаты, несомненно, имеющие практическую значимость. Результаты исследований были опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, и докладывались на представительных научных конференциях. Принята заявка на патент.

Диссертационное исследование «Технологические и структурные факторы формирования физических характеристик нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором» выполнено на высоком уровне и

соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в редакции от 01.10.2018 №1168), а её автор, Титов Роман Алексеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 - «Технология неорганических веществ».

Шур Владимир Яковлевич,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Институт естественных наук и математики,
директор Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии»
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».
620000, Екатеринбург, пр. Ленина, 51
Тел. +7 912 613-48-34,
e-mail: vladimir.shur@urfu.ru

Я, Шур Владимир Яковлевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

05.02.2023 / В.Я. Шур /

МП

Подпись Шура Владимира Яковлевича заверяю.

ведущий документовед
/С.Н. Щуклина

Черепанов Владимир Александрович,
доктор химических наук, профессор,
Заведующий кафедрой физической и неорганической химии,
Институт естественных наук и математики
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».
620000, Екатеринбург, пр. Ленина, 51
Тел. +7 (343) 2517927,
e-mail: vladimir.cherepanov@urfu.ru

Я, Черепанов Владимир Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

05.02.2023 / В.А. Черепанов /

МП

Подпись Черепанова Владимира Александровича заверяю.

ведущий документовед
/С.Н. Щуклина