

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Мололкина Анатолия Анатольевича «Исследование сегнетоэлектрических кристаллов сложных растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$: выращивание, структурные, физические и акустические свойства», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах

Актуальность темы исследования

Широкое практическое применение акустоэлектронных устройств стимулирует создание и исследование материалов с определенными свойствами, таких как высокое значение коэффициента электромеханической связи, наличие кристаллографических срезов с нулевым температурным коэффициентом частоты, термостабильность пьезоэлектрических параметров. В настоящее время в акустоэлектронных элементах часто применяются подложки из монокристаллов ниобата лития и танталата лития, обладающие весьма удачным сочетанием необходимых свойств. Однако у этих кристаллов имеются и недостатки, в частности, относительно низкая температура Кюри у танталата лития, большая концентрация антиструктурных дефектов в ниобате лития при высоких температурах. Устранить недостатки указанных материалов можно путем создания монокристаллов твердых растворов ниобата – танталата лития с разными соотношениями изоморфных катионов, причем изменение состава монокристалла позволяет существенно менять его физические свойства.

Таким образом, проводимые в диссертационной работе исследования актуальны как для решения фундаментальных проблем физики твердого тела, так и для практических применений.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 80 наименований и содержит 109 страниц, включая 43 иллюстрации и 6 таблиц.

Степень обоснованности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность защищаемых положений, а также выводов и рекомендаций не вызывает сомнения. Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием поверенных экспериментальных установок, применением современных и независимых методов обработки экспериментальных данных, согласованностью с результатами других авторов и непротиворечивостью известным физическим моделям.

Основные результаты, полученные автором, и их новизна

Полученные автором основные результаты обладают научной новизной. Наиболее значимыми являются следующие результаты.

1. Методом Чохральского выращены сегнетоэлектрические кристаллы сложных растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$ хорошего качества диаметром до 20 мм.
2. Проведена высокотемпературная электродиффузионная обработка кристаллов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$ для монодоменизации структуры.
3. Исследована однородность структуры выращенных кристаллов методами рентгеновской дифрактометрии, масс-спектрометрии и рентгенофлуоресцентного анализа.

Теоретическая и практическая значимость

1. Выращены и монодоменизированы сегнетоэлектрические кристаллы твёрдых растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$ хорошего качества, что позволяет использовать данные кристаллы для создания акустоэлектронных приборов на поверхностных и объёмных акустических волнах.
2. Разработанный метод монодоменизации кристаллов твёрдых растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$ может быть применен для высокотемпературной монодоменизации сегнетоэлектрических монокристаллов LiTaO_3 .

Замечания по работе

1. Неудачное общее название «Температура Кюри» рисунка 11 (стр. 43). Рисунок включает три графика, но только на одном из них показана зависимость температуры Кюри от состава кристалла, а на остальных графиках представлены температурные зависимости тепловыделения.
2. На стр. 76 диссертант употребляет термин «электромагнитное излучение» применительно к встречно-штыревому преобразователю (ВШП). Правильнее вести речь о квазистатическом электрическом поле, создаваемом ВШП, поскольку электромагнитное излучение ВШП пренебрежимо мало.
3. Первый параграф стр. 84 практически повторяет последний параграф на стр. 82, при этом оценки величин двух сил, действующих между пластинами, приведены в разных метрических единицах - одна в микроныютонах, а другая в микроныютонах на квадратный микрон.
4. В главе 4 недостаточно ясно указано направление распространения волн в кремнии в слоистой структуре ниобат лития – кремний. Кроме того, кристаллографическое направление обозначается квадратными скобками, а не круглыми (см. стр. 90).

Заключение

Диссертация Мололкина Анатолия Анатольевича на тему «Исследование сегнетоэлектрических кристаллов сложных растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$: выращивание, структурные, физические и акустические свойства» является завершённой научно-исследовательской работой. Содержание и

оформление диссертации соответствует требованиям Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней. Личный вклад соискателя в получение основных результатов диссертации является определяющим. Работа соответствует специальности 05.27.01 - твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах. Автореферат и публикации по теме диссертации достаточно полно отражают содержание работы.

Диссертация Мололкина Анатолия Анатольевича на тему «Исследование сегнетоэлектрических кристаллов сложных растворов $\text{LiNb}_{(1-x)}\text{Ta}_x\text{O}_3$: выращивание, структурные, физические и акустические свойства» соответствует п.9 Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013. №842 (ред. от 01.10.2018)), ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 - твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного учреждения
«Федеральный научно-исследовательский
центр «Кристаллография и фотоника»
Российской академии наук»,
доктор физико-математических наук,
специальность 01.04.07
«Физика конденсированного состояния»

А.Н. Даринский

Адрес: 119333, Москва, Ленинский пр., 59
Телефон: +7(495) 330-82-74
E-mail: adar@ns.crys.ras.ru

23.11.2021

