

Российская Академия Наук

КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им.И.В.Тананаева

Н.В.Сидоров,

Б.Н.Маврин, П.Г.Чуфырев, М.Н.Палатников

ФОНОННЫЕ СПЕКТРЫ МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ

Li/Nb

Апатиты
2012

Российская Академия Наук

КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И.В.Тананаева

Н.В. Сидоров, Б.Н. Маврин, П.Г. Чуфырев, М.Н. Палатников

**ФОНОННЫЕ СПЕКТРЫ
МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ**

Под редакцией академика В.Т. Калининкова

Апатиты
2012

Печатается по постановлению
Президиума Кольского научного центра Российской академии наук

УДК 535.361.882; 548.4
ISBN 978-5-91137-212-5

Сидоров Н.В., Маврин Б.Н., Чуфырев П.Г., Палатников М.Н.
Фононные спектры монокристаллов ниобата лития
– Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2012. - 213 с.

Кратко описаны теория комбинационного рассеяния света (КРС) в кристаллах, теоретико-групповой анализ колебаний, методы расчета динамики кристаллической решетки (в том числе расчеты из первых принципов), фонон-фононные взаимодействия. Приведены литературные данные расчетов динамики решетки для кристалла ниобата лития. Выполнен обзор литературы, посвященный спектрам КРС реальных монокристаллов ниобата лития. Изложены особенности проведения поляризационных измерений спектров КРС фоторефрактивных монокристаллов. Кратко описывается фоторефрактивный эффект, фоторефрактивное (фотоиндуцированное) рассеяние света и их влияние на спектр КРС.

Описаны особенности приготовления шихты и выращивания монокристаллов разного состава, спектры КРС которых приведены в данной книге, и особенности структуры кристалла ниобата лития как фазы переменного состава. Рассматривается влияние условий выращивания на выходные характеристики монокристаллов. Подробно изложены особенности дефектной структуры номинально чистых и легированных монокристаллов ниобата лития и их влияние на физические свойства. Обсуждаются существующие вакансионные модели упорядочения структурных единиц в катионной подрешетке чистых (с разным отношением Li/Nb) и легированных монокристаллов ниобата лития.

Книга содержит также атлас фононных спектров КРС монокристаллов ниобата лития разного состава (номинально чистых, с разным отношением Li/Nb и легированных), выращенных методом Чохральского из расплава конгруэнтного состава, из расплава конгруэнтного состава с добавлением K₂O, из расплава с 58.6 мол.% Li₂O.

Книга представляет интерес для научных и инженерно-технических сотрудников, специализирующихся в области спектроскопии КРС, выращивания монокристаллов ниобата лития, а также для магистрантов и аспирантов.

Ил. – 17; табл. – 14; библиогр. – 88 назв.

Под редакцией академика **В.Т.Калиникова**

Рецензенты: **Г.Н.Жижин**, профессор, докт. физ.-мат. наук,
заслуженный деятель науки Российской Федерации
В.В.Криштоп, профессор, докт. физ.-мат. наук

- © Н.В.Сидоров, Б.Н.Маврин, П.Г.Чуфырев, М.Н.Палатников, 2012
- © Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им.И.В.Тананаева Кольского научного центра РАН, 2012
- © Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Кольский научный центр Российской академии наук, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ.....	7
1.1. Типы рассеяния света.....	7
1.2. Комбинационное рассеяние света.....	8
1.3. Квантово-механическая теория комбинационного рассеяния света.....	9
Глава 2. ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ.....	12
2.1. Методы классификации колебаний.....	12
2.1.1. Общий метод Багавантама.....	12
2.1.2. Метод позиционной симметрии.....	14
2.2. Правила отбора в спектрах комбинационного рассеяния света.....	16
2.3. Координаты симметрии.....	21
2.4. Симметрия сегнетоэлектрических колебаний (мягких мод).....	25
Глава 3. ДИПОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В КРИСТАЛЛАХ.....	27
3.1. Поперечные и продольные колебания.....	28
3.2. Поляритоны.....	30
3.3. Модель Лоудона для одноосных кристаллов.....	31
3.4. Плазмофононы.....	32
Глава 4. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДИНАМИКИ РЕШЕТКИ КРИСТАЛЛОВ.....	33
4.1. Динамика кристаллической решетки.....	33
4.2. Частоты и формы колебаний в кристалле LiNbO_3	36
4.2. Интенсивность комбинационного рассеяния света.....	37
Глава 5. ФОНОН-ФОНОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	39
5.1. Затухание фононов.....	39
5.2. Бифононы. Ферми-резонанс.....	40
5.2.1. Эффекты ангармонизма в спектрах второго порядка.....	40
Глава 6. ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО.....	42
6.1. Приготовление шихты для выращивания монокристаллов.....	42
6.2. Выращивание номинально чистых и легированных кристаллов ниобата лития из расплава конгруэнтного состава.....	44
6.3. Выращивание кристаллов твердого раствора $\text{LiTa}_x\text{Nb}_{1-x}\text{O}_3$ из расплава конгруэнтного состава.....	47
6.4. Выращивание монокристаллов ниобата лития стехиометрического состава из расплава с 58 мол.% Li_2O	49
6.5. Выращивание монокристаллов ниобата лития стехиометрического состава из расплава конгруэнтного состава с добавлением K_2O	49
Глава 7. СТРУКТУРА КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ.....	51
7.1. Особенности структуры кристалла ниобата лития как фазы переменного состава.....	51
7.2. Модели дефектной структуры кристалла ниобата лития.....	57
Глава 8. СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ.....	62
8.1. Спектры комбинационного рассеяния света монокристаллов ниобата лития.....	62
8.2. Кластеризация катионов в структуре ниобата лития и двухмодовый характер спектра комбинационного рассеяния света.....	67
Глава 9. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	71
9.1. Проведение поляризационных измерений спектров комбинационного рассеяния света.....	71
9.2. Фоторефрактивный эффект в кристалле ниобата лития.....	73
9.3. Фоторефрактивное рассеяние света в кристалле ниобата лития.....	78
ЛИТЕРАТУРА.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ. Атлас спектров комбинационного рассеяния света монокристаллов ниобата лития.....	85