

© 1992 г.

ОПТИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ ИОНАМИ ПЕРЕХОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Е. Л. Лебедева, П. Н. Занадворов,
В. Т. Габриелян, Э. П. Коканян

Сегнетоэлектрические кристаллы ниобата лития, обладающие большими нелинейностями, находят все новые применения в квантовой электронике. В то же время возможность использования этих кристаллов ограничивается довольно низкими значениями порогов лазерного разрушения поверхности. Это делает актуальным исследование механизмов лазерного разрушения и возможностей повышения лазерной прочности.

В настоящей работе предпринято исследование порогов лазерного разрушения поверхности кристаллов ниобата лития (НЛ), чистого и легированного ионами элементов переходной группы с различной концентрацией. Обработка поверхностей образцов соответствовала требованиям к обработке лазерных элементов. В качестве источника излучения использовался промышленный лазер ЛТИПЧ-5 с электрооптической модуляцией добротности. В резонаторе лазера устанавливалась диафрагма, что обеспечивало устойчивость генерации лазера в режиме одной поперечной моды, необходимую для получения воспроизводимых результатов. В работе использовались первая, вторая и третья гармоники лазера, что позволяло изучать пороги лазерного повреждения в широком спектральном диапазоне от ИК области до УФ. Лазерный пучок фокусировался до дифракционного предела линзой, диаметр которой был велик по сравнению с диаметром пятна пучка.

В этом случае [1] диаметр пучка определяется по формуле

$$d = \frac{4\lambda}{\pi} \frac{F}{D},$$

где F — фокусное расстояние линзы, D — диаметр пучка лазера.

Диаметр пучка по уровню I/e определялся фотографированием с последующим фотометрированием. Для исключения самофокусировки, которая может существенно снизить порог лазерного разрушения, использовалась короткофокусная линза.

При исследовании порогов разрушения во всех кристаллах были зарегистрированы закономерности, отмечавшиеся ранее в чистых кристаллах НЛ — эффект накопления [2], приводящий к зависимости величины порога от числа импульсов, и статистический разброс величины порога при зондировании поверхности [3]. В таблице приводятся величины порогов лазерного разрушения поверхности кристаллов НЛ, чистых и легированных, полученные в режиме модуляции добротности; частота следования импульсов 12.5 Гц, время экспозиции 5 с. Для одиночного режима порог увеличивается в 3 раза. Обнаружено отсутствие зависимости порога лазерного повреждения от концентрации примесей в широких пределах легирования.

Полученные экспериментальные данные нельзя объяснить на основании лавинной модели. При механизма разрушения, инициированном развитием лавины, порог лазерного разрушения должен зависеть от величины электрического поля, приложенного к кристаллу [4]. В сегнетоэлектрических кристаллах НЛ, легированных ионами переходной группы элементов под

Порог лазерного разрушения поверхности кристаллов
ниобата лития (МВт/см^2)

Ниобат лития	Длина волны, мкм		
	1.06	0.53	0.35
чистый	500	400	100
легированный			
Cu 0.01 вес. %	520	400	100
Cu 0.1	500	390	110
Cu 1	510	390	100
Fe 0.02	500	400	90
Ni 1	490	350	40
Ni 3	470	350	30
Co 1	500	410	30
Co 3	480	410	30
Cr 0.01	490	360	35
Cr 0.1	490	360	35

действием лазерного излучения, возникают внутренние электростатические поля [5], величина которых пропорциональна концентрации примесей. Если бы пороги разрушения определялись механизмом лавинной ионизации, то наблюдалась бы зависимость величины порога от концентрации легирующей примеси.

Дополнительно были получены спектры пропускания исследуемых кристаллов на спектрофотометре EPS-3Т. Обнаружена корреляция между наличием примесей, приводящих к особенностям спектра поглощения в области 0.35—0.5 мкм, и снижением порога лазерного разрушения поверхности в УФ области спектра.

Анализ полученных результатов позволяет предположить, что механизмом разрушения может служить процесс термофлуктуационного распада межатомных связей [6]. Снижение порога в УФ области для некоторых примесей обусловлено, по-видимому, разрывом наиболее слабых связей.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Хирд Г. Измерение лазерных параметров. М.: Мир, 1970. 540 с.
- [2] Зверев Г. М., Левчук Е. А., Пашков В. А., Подрядин Ю. Д. // Квантовая электрон. 1972. № 2. С. 94—98.
- [3] Зверев Г. М., Левчук Е. А., Пашков В. А., Подрядин Ю. Д. // ЖЭТФ. 1972. Т. 62. Вып. 1. С. 307—312.
- [4] Агемян В. Ф., Александров Б. Г., Горбачев В. Н., Степанов Ю. А. // Вестн. ЛГУ. Сер. 4. 1989. С. 24—29.
- [5] Коканян Э. П., Лебедева Е. Л., Молдавская В. М. // ФТТ. 1986. Т. 28. Вып. 8. С. 2823—2825.
- [6] Журков С. Н., Еронько С. Б., Чмель А. // ФТТ. 1982. Т. 24. Вып. 3. С. 733—738.

С. -Петербургский университет

Поступило в Редакцию
16 мая 1990 г.

В окончательной редакции
21 мая 1991 г.