

АНОМАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ РАССЕЙЯНИЯ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ $Ba_2NaNb_5O_{15}$ ВБЛИЗИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

С.В. Иванова, И.И. Наумова, Т.Т. Султанов

В области сегнетоэлектрического фазового перехода обнаружено разбиение следа лазерного пучка, проходящего через кристалл, на светлые и темные области, длина которых увеличивается при приближении к температуре перехода. За фазовым переходом периодическая структура отсутствует.

Картина взаимодействия света с фоторефрактивной средой достаточно разнообразна [1 - 4], и изучение этого взаимодействия представляет теоретический и практический интерес.

Фоторефрактивный кристалл - сегнетоэлектрик $Ba_2NaNb_5O_{15}$ (БНН) является орторомбическим (точечная группа $mm2$) при комнатной температуре, при температуре $\sim 300^\circ C$ он переходит в тетрагональную фазу (точечная группа $4mm$, ОТ переход), а затем в параэлектрическую тетрагональную фазу ($4/mmm$) при температуре Кюри ($545 - 580^\circ C$ в зависимости от состава кристаллов) [2].

Кристалл БНН - один из лучших по своим нелинейным оптическим свойствам, однако его практическое применение затруднено возникновением при ОТ переходе двойников, понижающих оптическое качество кристаллов [5].

В данной работе использовались кристаллы, выращенные в направлении [001] (нулевая ориентация) методом Чохральского на кафедре физики кристаллов физического факультета МГУ. В них 180-градусные домены, вытянутые вдоль полярной оси, имели размер от 2 до 10 мкм и закреплялись слоями роста [6]. Образцы представляли собой прямоугольные призмы с сегнетоэлектрической осью С, лежащей в плоскости образца. Исследовались полидоменные образцы, специально не подвергавшиеся раздвойникованию.

В качестве источника возбуждения использовались линии генерации $\lambda = 514, 5$ и $488,0$ нм аргонового лазера. Образец размером $3 \times 4 \times 7$ мм³ помещался в область перетяжки светового луча (диаметр луча 1,5 мм), сфокусированного линзой с фокусным расстоянием ~ 150 мм. Мощность лазера изменялась от ~ 3 до

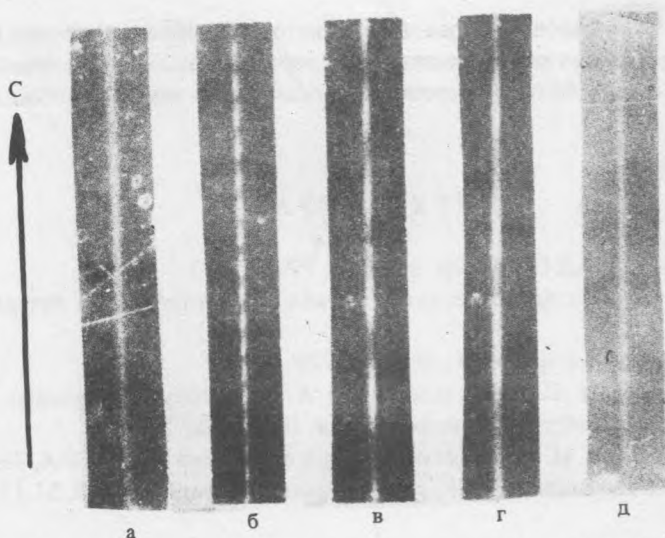


Рис. 1. Распространение сфокусированного лазерного излучения в кристалле БНН вдоль оптической оси при температуре $25^\circ C$ (а), $490^\circ C$ (б), $510^\circ C$ (в), $530^\circ C$ (г), $620^\circ C$ (д); увеличено в 10 раз.

300 мВт. Образец помещался в печь. Измерения проводились в температурном интервале 25 – 650 °С. Температура измерялась платина-платинородневой термопарой, расположенной вблизи образца. Картина свечения сфокусированного в узкую нить излучения фотографировалась.

Сфокусированный лазерный луч распространялся в кристалле вдоль оптической оси С (длина кристалла в этом направлении 7 мм) и имел направление поляризации, перпендикулярное этой оси. При комнатной температуре светящийся след пучка имел однородную структуру по всей длине. При нагревании кристалла картина рассеяния меняется. При температуре ~ 500 °С светящийся объем разбивался на светлые области, разделенные менее освещенными участками. При дальнейшем повышении температуры происходило удлинение светящихся областей, уменьшение темных до полного их исчезновения за фазовым переходом (рис. 1). Зависимость числа светлых областей от температуры показана на рис. 2. За фазовым переходом лазерный луч характеризуется однородным рассеянием по всей длине освещенного участка кристалла. Весь кристалл за фазовым переходом становится более прозрачным и однородным.

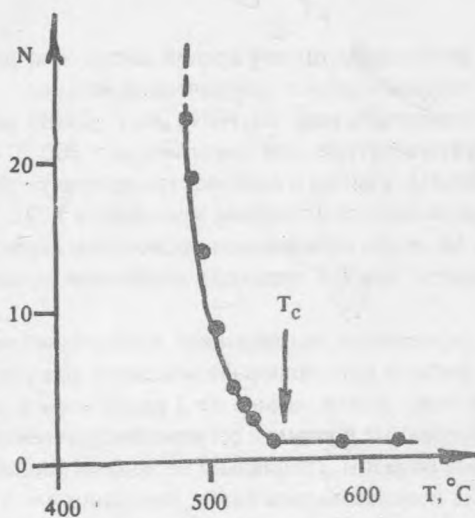


Рис. 2. Зависимость числа N светлых областей в следе лазерного луча в кристалле БНН от температуры.

В паразлектрической области за фазовым переходом сегнетоэлектрические домены исчезают. Возможно, явление разбиения луча на отрезки связано с доменами, их передвижением и исчезновением за фазовым переходом. Это предположение может быть проверено исследованием в широкой области температур монокристаллических образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров М. П. и др. Известия АН СССР, сер. физ., 41, 799 (1977).
2. Кузьминов Ю. С. Сегнетоэлектрические кристаллы для управления лазерным излучением. М., Наука, 1982, с. 176.
3. Фридкин В. М. Фотосегнетоэлектрики. М., Наука, 1979.
4. Петров М. П., Степанов С. Н., Хоменко А. В. Фоточувствительные электрооптические среды в голографии и оптической обработке информации. Л., Наука, 1983.
5. Иванова С. В., Наумова И. И. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 4, 36 (1985).
6. Александровский А. Л. Вестник МГУ, сер. 3, физика, астрономия, 22, 51 (1981).

Поступила в редакцию 1 июля 1988 г.

После переработки 21 ноября 1988 г.