

САМООБРАЩЕНИЕ В НОМИНАЛЬНО ЧИСТОМ КРИСТАЛЛЕ SBN

Ю.С. Кузьминов, А.В. Мамаев, К. Оразов, Н.М. Полозков, В.В. Шкунов

Исследована схема самообращения волнового фронта в кристалле SBN. Найдены условия, влияющие на стационарный коэффициент отражения и время его установления.

Основная масса зарубежных работ последних лет по обращению волнового фронта (ОВФ) выполнена в схеме само-ОВФ в кристаллах $BaTiO_3$, предложенной в работе /1/. В нашей стране работы в этом направлении сдерживались отсутствием кристаллов с требуемыми параметрами. В /2/ схема самообращения реализована в кристалле SBN. В настоящей работе исследуется схема самообращения в монокристаллическом кристалле $Sr_{0,6}Ba_{0,4}Nb_2O_6$ (SBN) с размерами $5 \times 6 \times 11$ мм³, выращенном в ИОФАН СССР /3/. Данная работа имеет две отличительные особенности: 1) использовался номинально чистый кристалл; 2) на пути отражаемого пучка перед кристаллом устанавливалась фазовая пластинка, вносящая спекл-структуру и позволяющая традиционным методом /4/ измерить долю обращения.

В эксперименте использовалось излучение He-Cd лазера мощностью ~ 50 мВт, которое фокусировалось линзой с фокусным расстоянием ~ 50 мм в кристалл SBN.

На рис. 1 представлены зависимости от времени для коэффициента отражения R по полной интенсивности (1) и R₀ для точно отраженной компоненты (2) при оптимальном вводе излучения X = 0,3 мм, γ = 76°. Кривая (3) дает временной ход доли ОВФ H = R₀/R. Изменение геометрии ввода отражаемого сигнала приводило к уменьшению максимальных значений R и R₀ и увеличению времени установления процесса τ, однако не меняли стационарной доли ОВФ H ≈ 80%.

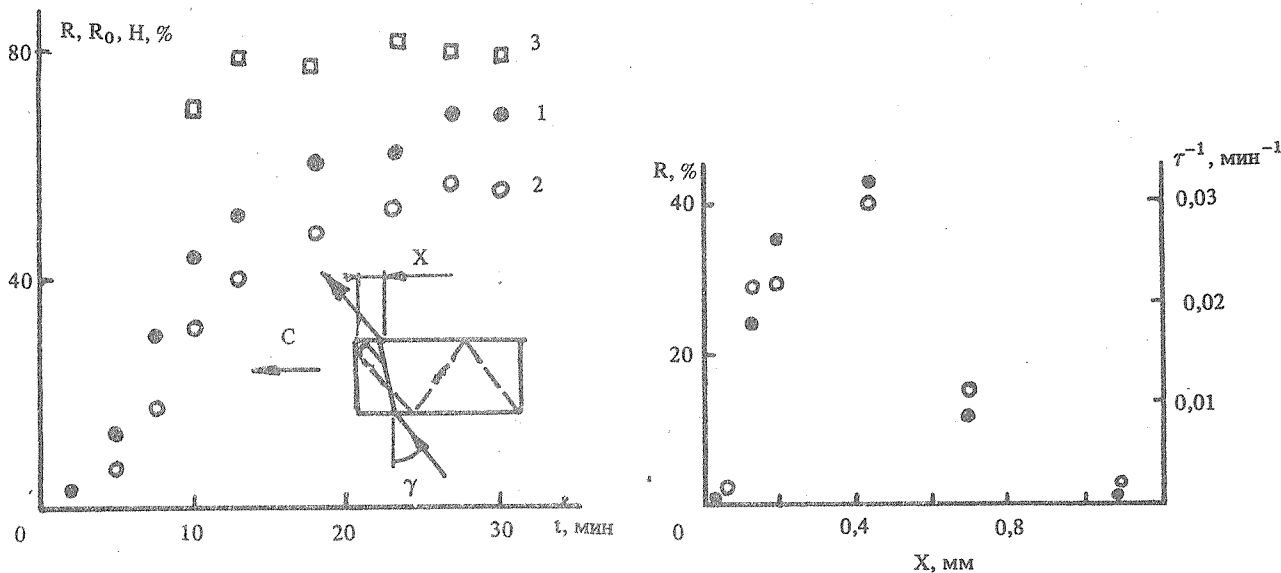


Рис. 1. Зависимости полного коэффициента отражения R(1), коэффициента отражения R₀ в отраженную компоненту (2) и доли обращения H (3) от времени. На вставке показан ход лучей в кристалле (сплошные линии); пунктир – ход лучей при возбуждении ПВО-резонатора.

Рис. 2. Зависимость эффективности R(●) и времени установления τ⁻¹ (○) (по уровню 1/2 от максимума) от координаты отстройки X.

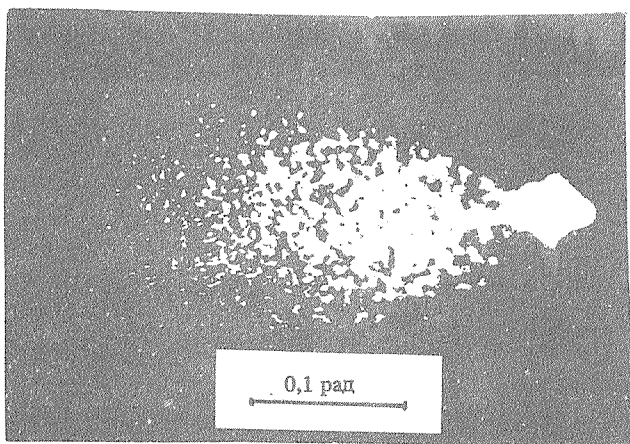


Рис. 3. Угловое распределение шумов светорассеяния.

В чистом кристалле процесс самообращения оказался очень чувствителен к условиям ввода обращаемого пучка и к его диаметру. На рис. 2 представлены зависимости установившегося коэффициента отражения R_0 и обратного времени его установления τ от расстояния отстройки X места попадания обращаемого пучка от рабочего угла полного внутреннего отражения (ПВО) кристалла. Оптимум в этой зависимости связан, на наш взгляд, с условием попадания шумов светорассеяния в рабочий угол кристалла.

На рис. 3 представлена фотография углового спектра прошедшего через кристалл сфокусированного лазерного пучка. Такое распределение устанавливается за время порядка нескольких секунд. Спекл-волна, формируемая шумами светорассеяния, в чистом кристалле оказывается довольно высоконаправленной $\delta\theta \sim 0,1$ рад и отклоняется от направления рассеиваемого пучка на довольно малый угол $\theta \approx \delta\theta \approx 0,1$ (углы приведены внутри кристалла). При $X_{\text{опт}} \approx \theta d/2$, где d — толщина кристалла, волна светорассеяния попадает точно в рабочий угол ПВО и возвращается назад в область рассеяния, "кусая" обращаемый пучок за хвост". Отстройка от $X_{\text{опт}}$ в обе стороны приводит к отклонению угла между петлей и обращаемым пучком от оптимального значения θ , отвечающего максимуму коэффициента обратной связи. Значение $X_{\text{опт}} \cong 0,35$ мм хорошо согласуется с экспериментально наблюдаемым положением оптимума.

При $\gamma = 76^\circ$ и $X > 0,4$ мм во временном ходе коэффициента отражения R возникают нерегулярные пульсации с близким к единице контрастом и характерными временами до единиц секунд /5/. Их возникновение связано с возбуждением ПВО-резонатора на противоположных углах кристалла в направлении продолжения петли обратной связи с промежуточными отражениями от противоположных граней (пунктир на рис. 1), излучение в котором "дышит" синхронно с ходом $R(t)$. Пульсации удается убрать, уменьшив добротность этого резонатора иммерсией на одной из граней.

Таким образом, в настоящей работе получено самообращение в номинально чистом кристалле SBN с эффективностью до 70% и показано, что доля обращения в этой схеме составляет $\approx 80\%$. Показано также, что оптимальным для реализации ОВФ является условие попадания пучка светорассеяния в рабочий угол ПВО кристалла.

Авторы благодарны Б.Я. Зельдовичу за ценные обсуждения и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Feinberg J. Optics Letters, 7, 486 (1982).
2. Saiano G. et al. Optics Commun., 59, 417 (1986).
3. Кузьминов Ю. С. Сегнетоэлектрические кристаллы для управления лазерным излучением. М., Наука, 1982.
4. Беспалов В. И., Бетин А. А., Пасманик Г. А. Радиофизика, изв. ВУЗов, 21, 961 (1978).
5. Smout A. M. C., Eason R. W. Optics Commun., 59, № 1, 77 (1986).