

Резонансное усиление рассеянных волн в фоторефрактивном кристалле

Д.Х. Нурлигареев^{1,2}, И.М. Ахмеджанов¹, Б.А. Усиевич¹, А.В. Мельников², Л.И. Ивлева¹

¹Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, 119991 Москва, Россия
e-mail: ivleva@lst.gpi.ru; jam-nurligareev@yandex.ru

²МИРЭА - Российский технологический университет, 119454 Москва, Россия

Фотоиндуцированное рассеяние света (фэннинг) в фоторефрактивных кристаллах ниобата бария стронция (SBN:75), обычно считается нежелательным [1]. Поэтому, для данных кристаллов часто используется режим распространения поверхностных волн, обеспечивающий эффективное подавление фэннинга [2]. Другой, альтернативной возможностью является, на наш взгляд, селекция усиленных рассеянных волн в фоторефрактивном кристалле, образующем резонатор [3]. Мы представляем результаты изучения фотоиндуцированного рассеяния в различных режимах наклонного падения экспонирующего пучка He-Cd лазера ($\lambda = 0.44$) на кристалл SBN:75. Основной целью данной работы явился поиск условий экспонирования, обеспечивающих формирование выделенных пучков повышенной интенсивности на фоне относительно менее интенсивных пучков рассеянных волн. Размеры образцов составляли $5 \times 5 \times 10$ мм³.

Использовалась оптическая схема, показанная на Рисунке 1а. Обозначения на рисунке: 1 - зеркала; 2 – поляризаторы; 3 – длиннофокусная линза; 4 – образец; 5 – микрообъектив; 6 – столик гониометра; 7 – экран; 8 – блок поворота поляризации; 9 – He-Cd лазер; 10 – съёмная линза.

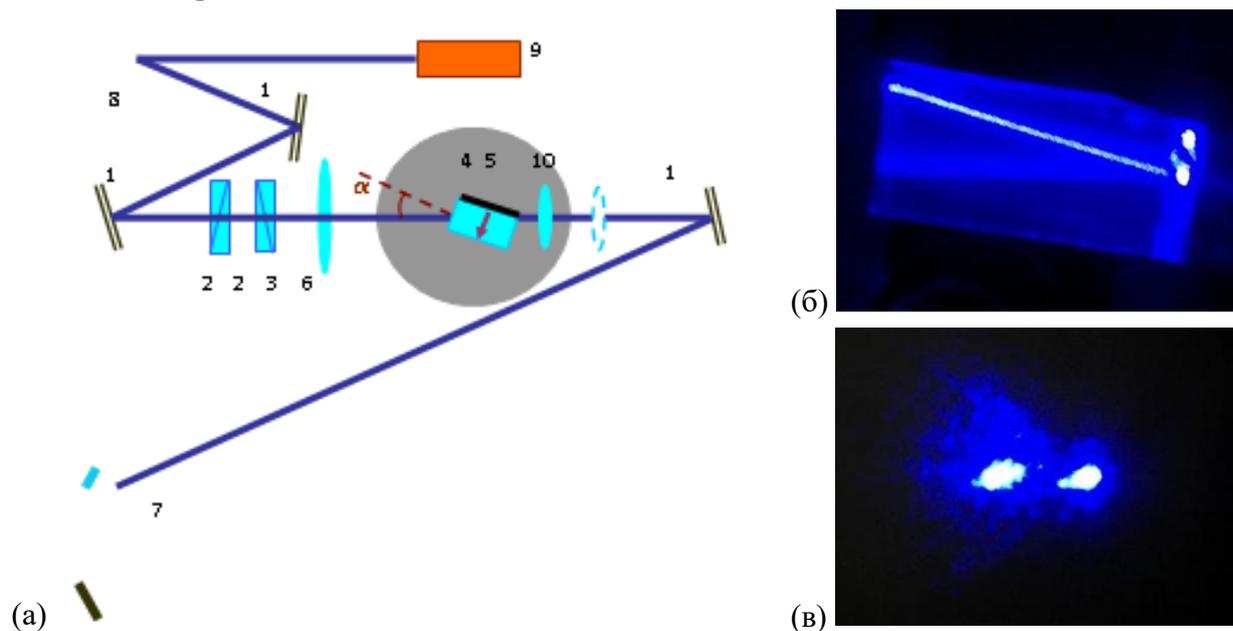


Рисунок 1. Оптическая схема эксперимента (а), фотография трека лазерного пучка в кристалле (б), картина дальнего поля для лазерного пучка радиусом 100 мкм, время экспозиции 5с (в).

Фотоиндуцированное рассеяние наблюдалось нами в широком диапазоне углов падения α ($\pm 25^\circ$) лазерного пучка на входную грань кристалла. На Рисунке 1б показан трек необыкновенно поляризованного лазерного пучка при $\alpha = 8^\circ$. Радиус пучка 100 мкм. На Рисунке 1в показана картина дальнего поля, полученная при $\alpha = 3^\circ$ для лазерного пучка радиусом 100 мкм и времени экспозиции 5с. В области спекл-картины рассеянных волн наблюдается сформировавшееся отчётливое выделенное пятно, поперечные размеры и интенсивность излучения в котором сопоставимы по величине с поперечными размерами и интенсивностью пятна, соответствующего экспонирующему лазерному пучку. Соответствующий данному выделенному пятну пучок излучения, составляет с

экспонирующим пучком угол равный $\alpha = 3^\circ$, т.е. выходит из кристалла строго нормально к его выходной грани. Подобная картина дальнего поля наблюдалась нами при вариации угла падения α в пределах от 0 до 15° (угол α в данном случае считается положительным). Согласно выполненному нами анализу, параллельные грани кристалла образуют резонатор [3], в котором при выполнении условия интерференционного резонанса преимущественно усиливаются такие пучки встречных рассеянных волн, для которых направление распространения перпендикулярно граням кристалла.

В случае, отрицательных значений угла α в экспериментах наблюдалась несколько иная картина дальнего поля. При вариации угла α в пределах от -4° до -16° – на фоне спекл картины рассеянных волн формировалось не одно, а несколько компактных эквидистантно выстроенных в линию пятен излучения, соответствующих пучкам, интенсивность излучения в которых сравнима с интенсивностью основного проходящего через кристалл пучка накачки (Рис. 2). Полученный результат является достаточно неожиданным, и требует дальнейшего внимательного анализа.

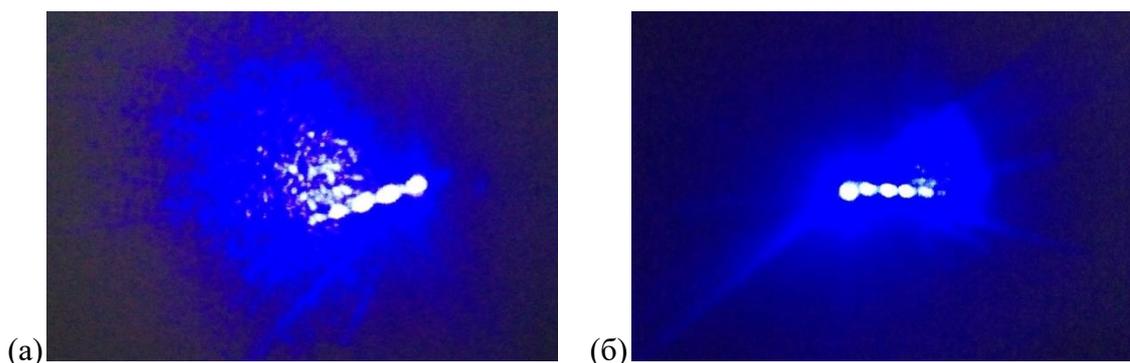


Рисунок 2. Картины дальнего поля, полученные для лазерного пучка радиусом 100 мкм при времени экспозиции 5 мин. Проходящая волна (а). Отражённая волна (б) Угол падения $\alpha = -8^\circ$.

Можно предположить, что в данном случае наклонного падения пучок накачки и возникающие при его отражениях на гранях кристалла пучки в областях их перекрытия с усиленными пучками рассеянных волн записывают в кристалле голограмму, которую можно представить, как совокупность нелокальных решёток показателя преломления смещённых (по диффузионному механизму нелинейности) по отношению к пучкам. Наличие интерференционных резонансов в резонаторе на основе фоторефрактивного кристалла приводит к дополнительной селекции усиленных рассеянных волн в кристалле. При этом картина фэннинга, наблюдаемая на выходе из кристалла, коллапсирует по крайней мере на четыре узких пучка. Аналогичный эффект коллапсирования фэннинга на ограниченное число узких пучков отмечался в работе [4] для случая смещения встречных пучков посредством фоторефрактивного эффекта в кристалле с диффузионным механизмом нелинейности.

1. I.R. Dorosh, Yu.S. Kuzminov, N.M. Polozkov, et al., *Phys. Stat. Sol. (a)* **65**, 513 (1981).
2. Б.А. Усиевич, Д.Х. Нурлигареев, В.А. Сычугов и др., *Квантовая электроника* **40**(5), 437 (2010).
3. Д.Х. Нурлигареев, И.М. Ахмеджанов, Б.А. Усиевич, А.В. Мельников, Л.И. Ивлева, Международная онлайн-конференция «Исследование сегнетоэлектрических материалов российскими учеными. Столетие открытия сегнетоэлектричества» (СЭ-100), Екатеринбург, 17-19 августа 2020 г., 109 (2020).
4. J. Feinberg, *Opt. Lett.* **7**(10), 486 (1982).