

УДК 621.373:535

РАССЕЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ АЛЕКСАНДРИТОВОГО И НЕОДИМОВОГО ЛАЗЕРОВ НА ДИНАМИЧЕСКИХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ РЕШЕТКАХ, ЗАПИСАННЫХ В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ SBN

Г. А. Буфетова, Л. И. Ивлева, Д. А. Николаев, В. В. Осико, Н. М. Полозков,
В. Ф. Серегин, В. Б. Цветков, И. А. Шербаков

Исследованы амплитудные, спектральные и угловые особенности рассеяния излучения широкополосного александритового и Nd:YAG лазеров на динамических голографических решетках, записанных в фоторефрактивном кристалле SBN излучением второй гармоники Nd:YAG лазера. Показана возможность существенного увеличения мощности рассеянного излучения за счет установки кристалла SBN в дополнительный резонатор.

Возможности записи и считывания объемных голографических решеток традиционно привлекают большой интерес для ряда практических применений, таких, например, как оптическая компьютерная память или волоконная связь. Особый интерес здесь могут представлять среды с большими нелинейностями, такие как фоторефрактивные материалы, позволяющие вести работу в динамическом режиме. Однако данные среды не получили широкого применения вследствие малой эффективности записи решеток в практически наиболее важных областях спектра – красной и ближней ИК. В экспериментах по динамической голографии в качестве считывающего излучения ранее, в основном, использовалось излучение He-Ne лазера ($\lambda = 632,8 \text{ нм}$) (см., например, [1]). В настоящей работе сообщается о результатах исследования рассеяния излучения широкополосного александритового и Nd:YAG лазеров на динамических голографических решетках, записанных в фоторефрактивном кристалле SBN излучением второй гармоники Nd:YAG лазера.

В экспериментах использовался кристалл $Sr_{0,6}Ba_{0,4}Nb_2O_6:0.002 \text{ вес. \% } CeO_2$ размерами $8 \times 6 \times 8 \text{ мм}^3$ [2]. Процесс поляризации (монодоменизации) образца осуществлялся

путем приложения вдоль оси C кристаллического элемента постоянного электрического поля $\sim 8 \text{ kV/cm}$, при комнатной температуре, в течение 24 часов. Контроль степени монодоменности проводился по величине полуволнового напряжения, отнесенного к единичным размерам образца. Спектр поглощения кристаллического элемента приведен на рис. 1. Просветляющие покрытия на грани кристалла не наносились.

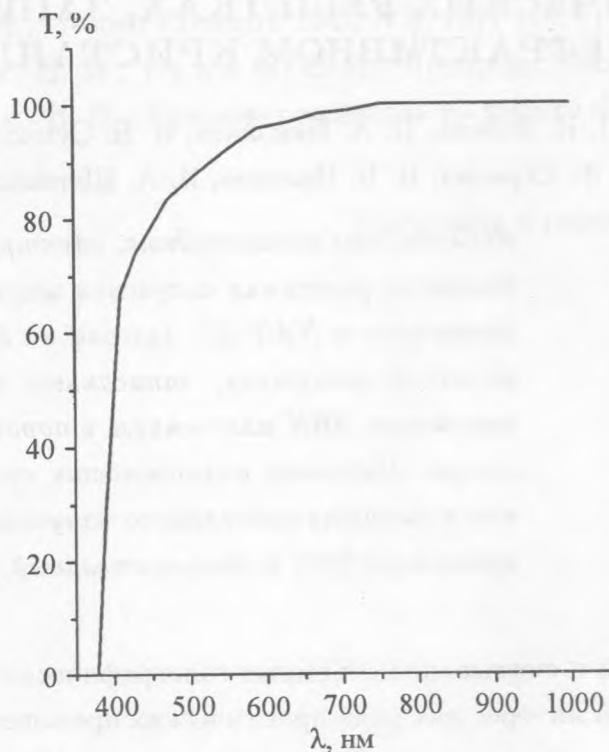


Рис. 1. Спектр пропускания кристалла $\text{Sr}_{0,6}\text{Ba}_{0,4}\text{Nb}_2\text{O}_6:0.002 \text{ вес.}\% \text{ CeO}_2$.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 2. Динамические решетки записывались излучением второй гармоники непрерывного одномодового Nd:YAG лазера 1 с применением механизма петлевой схемы [3]. Величина полной расходимости излучения записывающего лазера (пучок L1) составляла $\sim 0,5 \text{ мрад}$. Во всех случаях мощность падающего на кристалл пучка L1 составляла $\sim 200 \text{ мВт}$ (интенсивность $\sim 3 \text{ Вт/см}^2$). Угол между направлениями распространения пучков L1 и L2 составлял $\sim 173^\circ$. Оптическая C -ось кристалла была ориентирована параллельно волновому вектору динамических решеток.

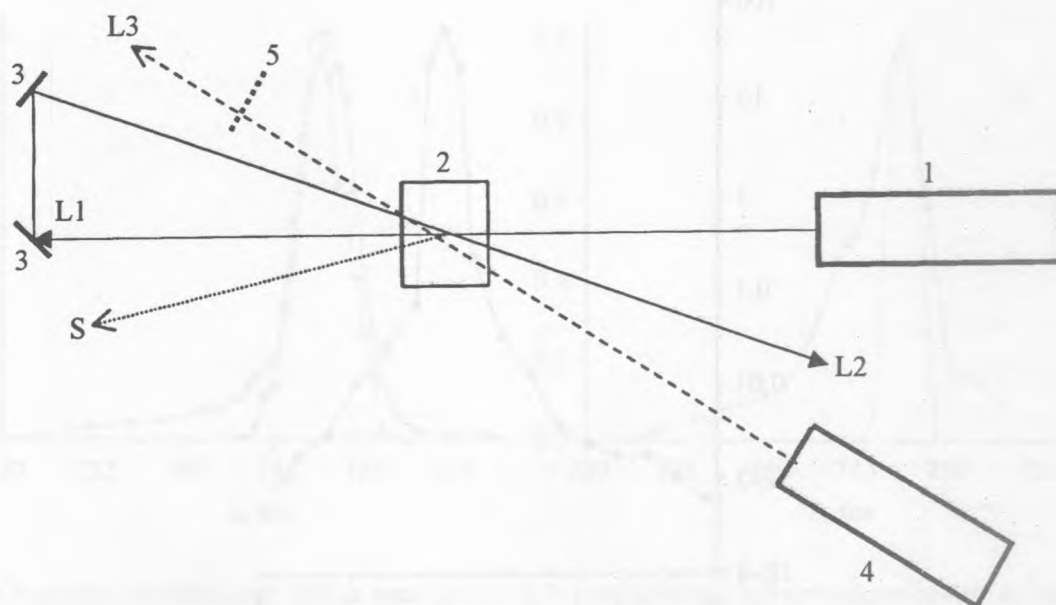


Рис. 2. Оптическая схема эксперимента. 1 – записывающий лазер; 2 – кристалл SBN; 3 – поворотные зеркала; 4 – считывающий лазер; 5 – зеркало дополнительного резонатора.

В качестве считывающего пучка (L3 на рис. 2) использовалось излучение непрерывных *Nd:YAG* или *He-Ne* лазеров (мощностью 1 Вт и 50 мВт, соответственно), или импульсно-периодического александритового лазера (энергия в импульсе ~ 50 мДж, частота повторения 10 Гц). Экспериментально исследовались зависимости коэффициента отражения R считывающего пучка от вариации угла его падения $\Delta\phi$ на решетку относительно угла, удовлетворяющего условию Брэгга-Вульфа (угловой спектр рассеяния) и спектральные характеристики падающего и рассеянного излучений.

Наибольшая величина коэффициента отражения $R \sim 50\%$ была достигнута для одномодового одночастотного излучения *He-Ne* лазера. Зависимость мощности рассеянного излучения от вариации угла падения излучения $\Delta\phi$ на динамические решетки приведена на рис. 3. Ширина углового спектра рассеяния составляла менее 1 мрад и хорошо соответствовала угловой расходимости лазерного пучка, составлявшей $\sim 0,7$ мрад. В случае рассеяния многомодового излучения *He-Ne* лазера с полной расходимостью $\sim 2,5$ мрад, максимальная величина коэффициента отражения составляла лишь $\sim 3\%$.

При использовании излучения александритового лазера с полной шириной полосы генерации ~ 30 нм ($\lambda_{центр} \approx 748$ нм) наблюдалось сужение спектра рассеянного излу-

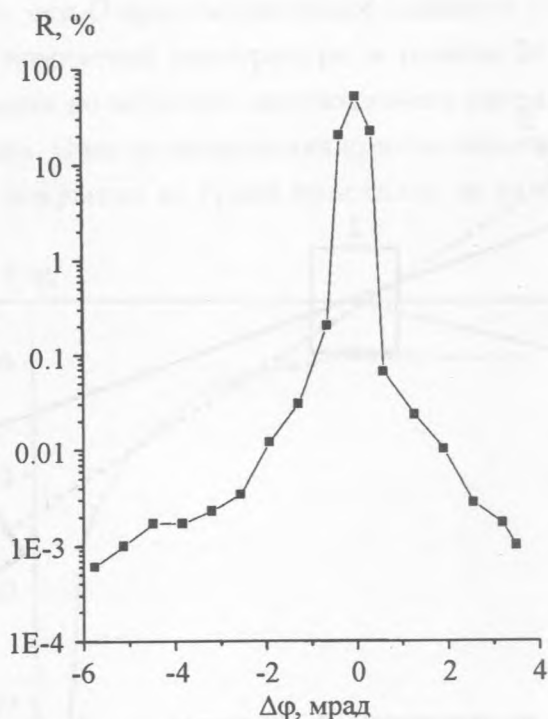


Рис. 3. Зависимость коэффициента отражения R от вариации угла падения $\Delta\phi$ излучения считывающего He-Ne лазера на голографическую решетку относительно угла, удовлетворяющего условию Брэгга – Вульфа.

чения, зависящее от расходимости лазерного пучка. На рис. 4а и 4б приведены спектры падающего и рассеянного излучений для пучков с полными расходимостями ~ 6 мрад и ~ 1 мрад, соответственно. В первом случае наблюдалось незначительное обужение спектрального пика рассеянного излучения, а во втором случае ширина пика рассеянного излучения по полувысоте была более чем в 2 раза меньше, чем для падающего. В обоих случаях в спектрах рассеянного излучения не наблюдалось широких крыльев, присутствующих в спектрах генерации лазера. Максимальная величина коэффициента отражения R достигалась для излучения александритового лазера расходимостью ~ 1 мрад и составляла $\sim 6\%$. Зависимость коэффициента отражения от длины волны центра полосы генерации александритового лазера приведена на рис. 5.

Для увеличения эффективности использования отражательной способности решеток и, соответственно, увеличения мощности рассеянного излучения был применен дополнительный линейный резонатор длиной ~ 15 см. Одним из зеркал резонатора служило

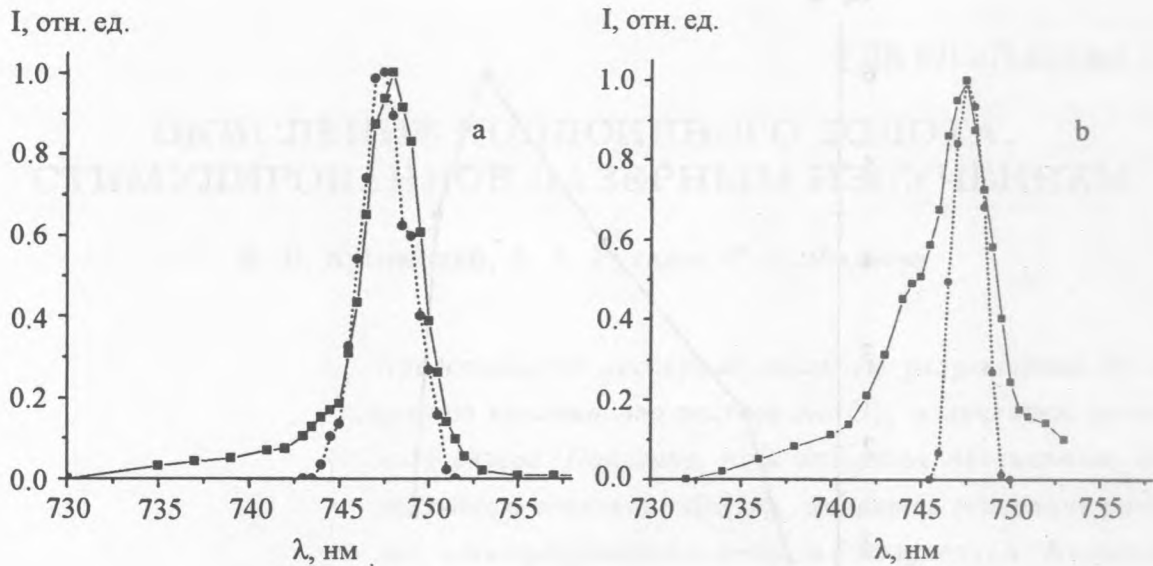


Рис. 4. Спектры падающего (■) и рассеянного (●) излучения александритового лазера для пучков с расходимостями ~ 6 мрад (а) и ~ 1 мрад (б).

плоское выходное зеркало александритового лазера с коэффициентом отражения $\sim 98\%$ в области длин волн генерации. Вторым зеркалом (показано на рис. 2 пунктиром) являлось плоское зеркало с коэффициентом отражения $\sim 100\%$. Использование дополнительного резонатора может позволить увеличивать мощность рассеянного излучения в $\frac{1}{1-R_1R_2T^2}$ раз для пучка отраженного в данном исходном направлении (в направлении распространения пучка S на рис. 2) и в $\frac{1+T}{1-R_1R_2T^2}$ раз с учетом возникновения второго направления рассеяния (направление обратное по отношению к пучку S). Здесь R_1 и R_2 – коэффициенты отражения зеркал резонатора, а T^2 – прозрачность резонатора на круговой облет излучения. Экспериментальное использование резонатора позволило увеличить мощность рассеянного в исходном направлении пучка с величиной полной расходимости ~ 1 мрад в ~ 4 раза. При этом мощность рассеянного излучения составляла около 25% от мощности выходного лазерного излучения.

В качестве считывающего пучка использовалось также излучение непрерывного одномодового $Nd:YAG$ лазера ($\lambda = 1,064$ мкм) с полной расходимостью $\sim 0,75$ мрад. В этом случае максимальная величина рассеяния излучения на один проход составляла (3–5)%.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 96-02-17102).

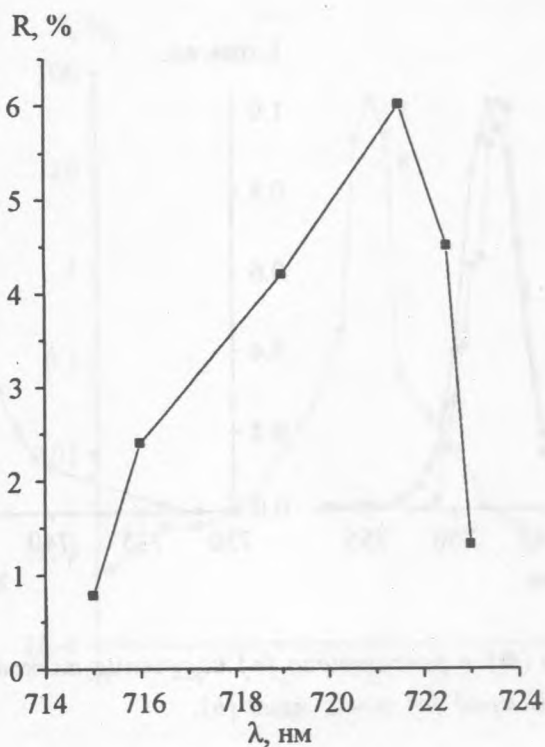


Рис. 5. Зависимость коэффициента отражения R от длины волны генерации александритового лазера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Воронов В. В., Кузьминов Ю. С., Осико В. В. Квантовая электроника, **3**, 2101 (1976).
- [2] Ivleva L. I., Bogodaev N. V., Polozkov N. M., Osiko V. V. Optical Materials, **4**, 168 (1995).
- [3] Одинцов В. И., Рогачева Л. Ф. Письма в ЖЭТФ, **36**, 281 (1982).

Институт общей физики РАН

Поступила в редакцию 21 апреля 1998 г.