УДК 535-14

DOI: 10.17223/00213411/63/12/21

Н.А. НИКОЛАЕВ¹, А.А. МАМРАШЕВ¹, Ю.М. АНДРЕЕВ^{2,3}, Д.М. ЕЖОВ³,
Г.В. ЛАНСКИЙ^{2,3}, Д.М. ЛУБЕНКО⁴, И.О. КИНЯЕВСКИЙ⁵, В.П. СОЛНЦЕВ⁶

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ГЕНЕРАЦИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ *

Впервые определены спектральные зависимости компонент показателей преломления и коэффициентов поглощения нелинейного кристалла $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (LB4) в терагерцовом диапазоне. Измерения проведены в пределах 0.15–1.6 ТГц (180–2000 мкм). Результаты измерений компонент показателей преломления аппроксимированы в виде дисперсионных уравнений Сельмейера. С их использованием определены возможные типы взаимодействий и рассчитаны углы фазового синхронизма для получения ТГц-излучения путем генерации разностных частот излучения Nd:YAG-лазера и близкого по длине волны перестраиваемого лазерного источника излучения. Оценена их эффективность.

Ключевые слова: нелинейный кристалл, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, показатель преломления, коэффициент поглощения, генерация разностных частот, миллиметровые волны.

Введение

Одноосный отрицательный ($n_o > n_e$) нелинейный кристалл тетрабората лития ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ или LB4) относится к кристаллам пространственной группы симметрии $4mm$. Область его максимальной прозрачности по нулевому уровню находится в пределах от рекордно коротковолновой (0.16 мкм) для нелинейных кристаллов границы пропускания до 3.5 мкм [1–3]. Кристалл характеризуется малым, $\alpha \leq 10^{-4} \text{ см}^{-1}$, уровнем оптических потерь в области максимальной прозрачности [4] и высокой однородностью показателя преломления $\Delta n/n = 10^{-6}/\text{мм}$ [1]. Среднее количество дислокаций в выращенных кристаллах не превышает $10/\text{см}^2$ при наличии обширных бездефектных областей [5]. В области максимальной прозрачности (где условия симметрии Клейнмана не выполняются) кристалл имеет пять отличных от нуля коэффициентов нелинейной восприимчивости второго порядка [6, 7]. Этот диапазон совпадает со спектральной областью генерации и гармониками излучения эффективных твердотельных лазерных систем, которые можно использовать в качестве источников накачки при преобразованиях частоты. Показатели преломления в этой спектральной области изменяются с температурой незначительно ($\partial n/\partial T \approx 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) [1], а лучевая стойкость почти в 4 раза превышает таковую для кристалла LBO и составляет $1 \text{ ГВт}/\text{см}^2$ [8].

В настоящее время имеется впечатляющая технология изготовления образцов кристалла диаметром до 100 и длиной до 200 мм [9]. Такое положение дел, наряду с негигроскопичностью, делает LB4 чрезвычайно привлекательным для использования в качестве преобразователей частоты. Однако, несмотря на 40-летнюю известность и неординарные свойства, кристалл LB4 не нашел сколько-нибудь значимого применения на практике для преобразования частоты в пределах основного окна прозрачности и практически не рассматривается как генератор ТГц-излучения. Основной причиной отсутствия заметного интереса к нему являются низкие нелинейные свойства.

Значения коэффициентов нелинейной восприимчивости второго порядка LB4, ответственные за эффективность преобразования в ТГц-диапазон, в 2 раза ниже, чем у популярных кристаллов LBO, а именно: $d_{15} = d_{24} = d_{31} = d_{32} = d_{33} = (0.12 \pm 0.03) \text{ пм}/\text{В}$, $d_{33} = (0.47 \pm 0.03) \text{ пм}/\text{В}$ (на длине волны 1.0642 мкм) [1]. Это значит, что кристалл LB4 в 4 раза уступает LBO по коэффициенту качества, пропорциональному потенциальной эффективности генерации. С другой стороны, имеется сообщение о неординарно высокой лучевой стойкости LB4 к импульсам длительностью 10 нс на длине волны 1.064 мкм равной $1 \text{ ГВт}/\text{см}^2$ [8], что в 2 раза выше лучевой стойкости кристалла LBO и в 8 раз выше, чем у плавленого кварца. Неординарно коротковолновая граница спектра пропускания также указывает на рекордно высокую лучевую стойкость. Эти данные говорят о возможности получения эффективной генерации ТГц-излучения, если условия фазового синхронизма могут быть выполнены. Основным фактором, сдерживающим проведение исследований по генерации

* Работа выполнена в рамках госзадания ИМКЭС СО РАН, проект № АААА-А17-117013050036-3.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>