

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535-14

DOI: 10.17223/00213411/64/7/157

*Д.М. ЕЖОВ¹, Д.М. ЛУБЕНКО², Ю.М. АНДРЕЕВ^{1,3}***УМНОЖЕНИЕ ЧАСТОТЫ ТГц-ИЗЛУЧЕНИЯ В НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛАХ
БОРАТОВ ***

Использование оксидных нелинейных кристаллов для генерации и преобразования излучения в ТГц-диапазоне спектра методами нелинейной кристаллооптики – новое перспективное направление, которое активно развивается в последние годы. Впервые рассмотрена возможность эффективного удвоения миллиметрового излучения в диапазоне 400–2500 мкм в боратных кристаллах. Рассчитаны углы фазового синхронизма. Показано, что для кристаллов LN и β -BBO возможна реализация $o + o \rightarrow e$ - и $e + o \rightarrow e$ -взаимодействия, а для LB4 – только $o + o \rightarrow e$. Рассчитан угол сноса, спектральные и угловые ширины синхронизма. Дана оценка максимальной эффективности генерации второй гармоники с учетом измеренного порога оптического разрушения 150 ТВт/см² для кристалла LB4 и 100 ТВт/см² для β -BBO, которая показывает преимущества использования оксидных кристаллов в ТГц-диапазоне спектра.

Ключевые слова: генерация второй гармоники, терагерцовое излучение, нелинейные кристаллы, тетраборат лития $Li_2B_4O_7$, бета-борат бария, ниобат лития, триборат лития.

Введение

Эффективные источники терагерцового (ТГц) излучения, перекрывающие широкие спектральные участки, представляют большой практический интерес, в частности для создания лидарных трассовых и дистанционных систем мониторинга состава и состояния атмосферы. Высокая проникающая способность ТГц-излучения в непрозрачные и необходимые среды позволяет разработать системы лидарного типа для обнаружения и характеристики свойств скрытых в различных средах объектов, наличия дефектов, неоднородностей состава и температуры [1].

ТГц-излучение может быть получено традиционными методами нелинейной кристаллооптики: генерацией разностных частот лазеров от видимого до среднего ИК-диапазонов. К сожалению, высоконелинейные полупроводниковые кристаллы имеют низкие механические и тепловые свойства, а также лучевую стойкость. Кроме того, они характеризуются относительно большими, от сотых до десятых долей см⁻¹, оптическими потерями на длинах волн накачки и особенно ТГц-излучения [2], что ограничивает выходные и эксплуатационные характеристики. Такое положение делает актуальным поиск новых нелинейных кристаллов и схем реализации надежных генераторов мощного ТГц-излучения.

К настоящему времени освоено производство качественных большеразмерных, диаметром до 100–200 мм, образцов оксидных нелинейных кристаллов из химических элементов с малым атомным весом [3]. Обычно такие кристаллы имеют низкие нелинейные коэффициенты и обладают сложной структурой элементарных ячеек, состоящих из многих десятков атомов [4]. Это привело к изначально низкому интересу исследователей к их применению в ТГц-области спектра (первые работы появились лишь около 10 лет назад). На сегодняшний день в научной литературе опубликовано ограниченное число работ по свойствам и применению для генерации ТГц-излучения оксидных кристаллов. Вместе с тем благодаря большей (вплоть до нескольких порядков) лучевой стойкости по сравнению с известными полупроводниковыми ($ZnGeP_2$, GaSe и др.) оксидные кристаллы имеют значительный потенциал использования для преобразования видимого и ИК-излучения в ТГц-диапазон.

Получение корректных данных о лучевой стойкости кристаллов – достаточно сложная задача. Поэтому количество таких данных крайне ограничено, а разброс значений составляет десятки раз. Так, для 10 нс импульсов накачки кристалла тетрабората лития $Li_2B_4O_7$ (LB4) она определена как равная 1 [5] и 40 ГВт/см² [6], а для кристалла бета-бората бария β -BaB₂O₄ (β -BBO) – как >1 ТВт/см² для 100 фс импульсов накачки [7]. Для кристалла трибората лития LiB_3O_5 (LBO) при субфемтосекундной накачке приводятся данные от 0.3 до 47 ТВт/см² [8].

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90106.

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>