УДК 535-14

DOI: 10.17223/00213411/63/6/113

Н.А. НИКОЛАЕВ^{1,2}, Г.В. ЛАНСКИЙ³, Ю.М. АНДРЕЕВ^{3,4,5}, Д.М. ЕЖОВ⁵, М.Г. КРЕКОВ⁵, А.А. ЛИСЕНКО⁶

КРИСТАЛЛЫ β -ВВО, LBO И КТР КАК ИСТОЧНИКИ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ *

Измерены значения показателей преломления и коэффициентов поглощения нелинейных кристаллов β -ВВО, LBO и КТР в диапазоне длин волн 1–3 мм при температурах 298 и 78 К. Коэффициенты поглощения всех кристаллов на длине волны 1 мм не превышают 3.5 см^{-1} . Их анизотропия существенно падает с ростом длины волны более 1 мм, в то время как на длинах волн более 2 мм она практически исчезает. С охлаждением абсолютные значения коэффициентов поглощения падают в этом диапазоне до уровня 0.2 см^{-1} . На основе измеренных показателей преломления проведено численное моделирование кривых коллинеарного фазового синхронизма, которые демонстрируют возможность преобразования частоты лазерного излучения ИК-диапазона (1.064 мкм) в миллиметровый диапазон.

Ключевые слова: миллиметровые волны, нелинейные кристаллы, показатель преломления, коэффициент поглощения, генерация разностных частот.

Введение

Ослабление излучения субтерагерцового диапазона 0.3–0.1 ТГц (1–3 мм) в атмосфере, включая полосы поглощения паров воды в окрестности 0.922 и 1.638 мм (0.325 и 0.183 ТГц), составляет единицы–десятки дБ/км при слабой зависимости от погодных условий [1, 2]. С одной стороны, эти обстоятельства позволяют определять содержание малых газовых компонент атмосферы методом дифференциального поглощения по изолированным линиям поглощения в окнах прозрачности с использованием измерительных трасс длиной от долей до единиц километров. С другой стороны, на сегодняшний день не существует компактных перестраиваемых по частоте источников волн миллиметрового диапазона с высокими эксплуатационными характеристиками, спектральной селективностью и яркостью, пригодных для внелабораторных применений. Широко используемые для генерации такого излучения полупроводниковые нелинейные кристаллы исчерпали свои возможности в силу невысокой лучевой стойкости и ограниченной апертуры изготавливаемых рабочих элементов [3]. Быстрый прогресс в развитии ростовых технологий открывает новые возможности в разработке источников излучения миллиметровых волн методами нелинейной кристаллооптики, что обуславливает необходимость уточнения и/или доопределения физических свойств и отбора наиболее эффективных кристаллов из числа известной и новой номенклатуры.

Общей особенностью оксидных нелинейных кристаллов является высокая лучевая стойкость, которая может с избытком скомпенсировать невысокие нелинейные свойства по отношению к полупроводниковым кристаллам. Оксидные кристаллы бета-бората бария (β -BaB₂O₄, далее ВВО), трибората лития (LiB₃O₅, далее LBO) и титанил-фосфата калия (КТiОPO₄, далее КТР) имеют комплексные структуры (соответственно 42, 36 и 64 атома в элементарной кристаллической ячейке), проявляющиеся в сложных спектрах фононного поглощения в терагерцовом (ТГц) диапазоне [4–6]. Измерения с использованием неполяризованного излучения показали высокий коэффициент поглощения в коротковолновой части ТГц-диапазона. Предположительно именно поэтому они не рассматривались в качестве привлекательных нелинейных сред для генерации ТГц- и субтерагерцового излучений.

Результаты немногочисленных исследований физических свойств кристаллов ВВО, из числа ответственных за эффективность генерации субтерагерцового излучения как при комнатной температуре, так и при охлаждении до температуры 77 К, показали перспективность их применения для генерации излучения в диапазоне 1–3 мм (0.3–0.1 ТГц) [7–9].

Такие источники могут быть использованы, в частности, для создания систем мониторинга фоновых концентраций малых газовых компонент атмосферы из-за слабого ослабления аэрозолями. Свойства кристаллов LBO в этой области спектра рассмотрены в [10–12], а кристалла КТР – в [13, 14].

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-19-00241).

Уважаемые читатели!

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

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