Генерация терагерцового излучения в нелинейнооптических кристаллах ВВО, LBO и КТР под действием интенсивного лазерного излучения

Н.А. Николаев¹⁾, А.А. Мамрашев¹⁾, Ю.М. Андреев²⁾, Г.В. Ланский²⁾

¹ Институт автоматики и электрометрии СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Академика Коптюга, д. 1

² Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
Томск, 634055, пр. Академический, 10 / 3.
тел: +7 (383) 330-84-53, эл. почта: nazar@iae.nsk.su

DOI 10.34077/RCSP2019-77

Нелинейные кристаллы бета-борат бария (β -BaB₂O₄, ВВО), триборат лития (LiB₃O₅, LBO) и титанил-фосфат калия (КТiОРO₄, КТР) широко используются в качестве преобразователей частоты лазерного излучения ближнего ИК-диапазона в пределах окон их прозрачности. На длине волны 1064 нм их нелинейные коэффициенты принимают относительно невысокие значения: $d_{22} = \pm 2,3$ пм/В (ВВО), $d_{32} = \pm 0,85$ пм/В (LBO) $d_{33} = 10,7$ пм/В (КТР) [1], однако, благодаря высокой лучевой прочности, в особенности боратов, и малому поглощению, они до сих пор остаются популярным. Учитывая эффективность кристаллов для преобразования частот в оптическом диапазоне, можно предположить, что они также применимы и для генерации разнолистной частоты (ГРЧ) в терагерцовый (ТГц) или миллиметровый (мм) диапазоны, поскольку данный процесс опирается на те же нелинейные коэффициенты. Принимая во внимание прогресс в развитии высокоинтенсивных лазерных установок, мотивацией данного исследования является перспектива создания компактных и мощных источников ТГц- и мм-диапазона, основанных на принципах нелинейной кристаллооптики и обладающих высокой спектральной яркостью.

В данной работе с помощью импульсного терагерцового спектрометра (ЦКП «Спектроскопия и оптика», ИАиЭ СО РАН [2]) изучены оптические свойства кристаллов ВВО, LBO и КТР в диапазоне 0,2 – 2 ТГц при комнатной (295 К) и криогенной (77 К) температурах. Определены дисперсионные свойства показателей преломления и аппроксимированы в виде уравнений Селмейера, по которым рассчитаны кривые фазового синхронизма для ГРЧ лазерного излучения ближнего ИК-диапазона (Рис. 1).

Рисунок 1. Кривые фазового синхронизма процесса ГРЧ при накачке лазерным излучением в окрестности 1064 нм для кристаллов ВВО, LBO (плоскость XZ) и КТР (плоскость XZ) при температуре 295 К (сплошные кривые) и 77 К (штриховые кривые). Сверху отображен тип коллинеарного фазового синхронизма.

В результате установлено, что у кристаллов КТР и ВВО условия фазового синхронизма не исчезают с криогенным охлаждением, а коэффициенты поглощения резко падают с сохранением существенной анизотропии. Таким образом, ГРЧ в ТГц спектральный диапазон возможен. Картина изменения свойств кристаллов LBO с охлаждением чрезвычайно сложна, и условия фазового синхронизма перестают выполняться при криогенных температурах. Однако, обнаруженная температурная стабильность оси Z и значительное падение оптических потерь для волн с поляризацией параллельной осям X и Y открывают новые перспективы использования данного кристалла для устройств ТГц- и мм-диапазонов. Обсуждаются детали полученных результатов и потенциальные характеристики преобразователей в ТГц-диапазон.

Литература

- [1] Dmitriev V.G., Gurzadyan G.G., Nikogosyan D.N. Handbook of nonlinear optical crystals. Springer. 2013. Т. 64.
- [2] Wang C.R. et al. //Infrared Physics & Technology. 2019. V 97. P 1–5.