

УДК 535.015, 535.5

DOI: 10.17223/00213411/64/8/126

А.А. БОЙКО^{1,2,3,5}, Н.Ю. КОСТЮКОВА^{2,3,4,5}, Е.Ю. ЕРУШИН^{2,3,4}, И.Б. МИРОШНИЧЕНКО^{3,4}, Д.Б. КОЛКЕР^{2,3,4}

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ФАЗОВОГО СИНХРОНИЗМА ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛОВ ПРИ КАСКАДНОЙ НАКАЧКЕ В ОБЛАСТИ 2 МКМ*

Проведены модельные исследования оптимальных условий фазового синхронизма для параметрической генерации света в среднем инфракрасном диапазоне на основе перспективных нелинейных кристаллов, таких, как селенид кадмия CdSe, селено-галлат бария BaGa₄Se₇, BaGa₂GeSe₆, тiogаллат ртути HgGa₂S₄ и германофосфида цинка ZnGeP₂. Для накачки ПГС необходимо использовать лазерный источник диапазона 1.9–2.2 мкм, поскольку по совокупности нелинейных физических свойств он является оптимальным для достижения максимальной эффективности преобразования частоты. Несмотря на высокие значения эффективной нелинейной восприимчивости и теплопроводности, длинноволновая граница диапазона прозрачности кристалла ZnGeP₂ не превышает 10.4 мкм, а длинноволновая граница достигнутого диапазона генерации наносекундного параметрического генератора на его основе – 9 мкм. Кристаллы HgGa₂S₄ и BaGa₄Se₇ обладают меньшими значениями нелинейных коэффициентов и теплопроводности при более широких диапазонах прозрачности и, как следствие, позволяют получить генерацию длины волны до 12 мкм. При использовании кристалла BaGa₄Se₇ диапазон генерации может быть расширен примерно до 17 мкм. Кристалл CdSe имеет наибольший диапазон прозрачности, однако остальные параметры не позволяют решить поставленные задачи.

Ключевые слова: нелинейный кристалл, халькогенид, средний инфракрасный диапазон, параметрическая генерация света, фазовый синхронизм, оптико-акустическая спектроскопия.

Введение

Нерешенная задача создания источника когерентного излучения с возможностью плавной перестройки длины волны в широкой части среднего ИК-диапазона является одним из определяющих факторов, сдерживающим развитие лазерных газоанализаторов [1, 2] для решения прикладных задач. В настоящее время подобные исследования проводятся ведущими научными коллективами в России [3–5] и за рубежом [6, 7].

Одним из таких устройств является оптико-акустический газоанализатор LaserBreeze (Россия, ООО «Специальные технологии») [3], в основе которого лежит схема комбинированного параметрического генератора света (ПГС) [8]. Идея системы заключается в разделении всего диапазона длин волн 2.5–11 мкм на три поддиапазона и использовании трех кристаллов в качестве составного нелинейного элемента. ПГС на основе оксидного нелинейного кристалла (НК) ниобата лития LiNbO₃ (LN) с регулярной доменной структурой (РДС) веерного типа обеспечивал перестройку длины волны в спектральном диапазоне 2.5–4.4 мкм [9]. Перестройка длины волны в двух поддиапазонах 4.2–5.71 и 5.7–10.8 мкм была реализована в ПГС на основе двух кристаллов HgGa₂S₄ (HGS) [10]. При этом переключение кристаллов с разной ориентацией по полярному углу θ осуществлялось в одном резонаторе. Использование таких кристаллов позволило минимизировать диапазон углового перемещения каждого из них, в результате уменьшить длину резонатора и, как следствие, увеличить эффективность преобразования частоты. Таким образом, авторы [4] реализовали сложную конфигурацию нескольких ПГС, основанных на разных типах нелинейных кристаллов, с одним источником накачки. В качестве источника накачки использован Nd:YLF-лазер (TECH-1053 Advanced, Россия) с длиной волны 1.053 мкм, длительностью импульсов генерации 5–7 нс, частотой следования импульсов до 2 кГц и максимальной энергией в импульсе 1 мДж. Описанная система ПГС имеет ряд недостатков, основная часть которых связана с резонатором ПГС с двумя кристаллами HGS, поскольку при переключении нелинейного элемента очень сложно обеспечить оптимальную настройку резонатора. Как описано в работе [11], в кристалле

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–32–60055 и госзадания Новосибирского государственного университета № FSUS–2020–0036, а также РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 20–42–543004. Исследования выполнены при поддержке гранта по Постановлению Правительства Российской Федерации № 220 от 09 апреля 2010 г. (Соглашение № 075-15-2021-615 от 04.06.2021 г.).

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>