

УДК 548:732

DOI: 10.17223/00213411/62/12/194

В.И. ВОЕВОДИН¹, А.И. ГРИБЕНЮКОВ², К.В. ДОРОЖКИН¹**ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕРОСТОВЫХ ОБРАБОТОК МОНОКРИСТАЛЛОВ ZnGeP₂ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В ТГц-ДИАПАЗОНЕ ***

Ключевые слова: ZnGeP₂, терагерцовый диапазон, отжиг, коэффициент поглощения, обыкновенный луч, необыкновенный луч.

Развитая к настоящему времени технология выращивания и послеростовых обработок позволяет получать кристаллы ZnGeP₂ высокого оптического качества в среднем ИК-диапазоне 2–8.5 мкм, что дает возможность реализовать широкополосную высокоэффективную параметрическую генерацию излучения при накачке мощными лазерами 2-мкм диапазона [1–3]. Имеющихся к настоящему времени данных об оптических потерях излучения ТГц-диапазона в кристаллах ZnGeP₂ недостаточно для целенаправленного выбора условий получения кристаллов для эффективных преобразователей излучения среднего ИК-диапазона в ТГц-диапазон путем генерации излучения разностной частоты от излучения 2-мкм лазеров накачки. Цель настоящей работы – получение новых сведений о связи технологических условий с оптическими свойствами кристаллов ZnGeP₂: коэффициентом поглощения в ТГц-области и порогом оптического пробоя в области длин волн лазера накачки.

Оборудование и методика обработки результатов измерений

Оптическое пропускание образцов контролировалось ИК-фурье-спектрометром (спектральный диапазон 2–14 мкм). Для определения порога оптического пробоя на длине волны 2.09 мкм использовался лазер Tm,Ho:YLF со средней мощностью 4 Вт, длительностью импульсов 15 нс при частоте следования импульсов 10 кГц. Диаметр пучка на поверхности образца после фокусировки составлял 130 мкм по уровню $1/e^2$, $M^2 = 1.1$. В качестве количественного критерия пробоя использовалась пиковая плотность энергии в соответствии с [4]. В ТГц-диапазоне исследования свойств кристаллов ZnGeP₂ выполнялись на установке, включающей миллиметрово-субмиллиметровый волновой квазиоптический спектрометр STD-21 и интерферометр Маха – Цандера IMZ TD-01. Экспериментально измерялось пропускание T , плоскопараллельного образца и фазовый сдвиг излучения, прошедшего через исследуемый образец. С помощью программного обеспечения, встроенного в блок обработки, решалась система двух уравнений с двумя неизвестными (n – показатель преломления, k – коэффициент экстинкции). Терагерцовый спектральный интервал находится в области высокой прозрачности образцов ZnGeP₂, а толщина исследуемых образцов оказывается одного порядка с длиной волны падающего излучения, поэтому в объеме пластин реализуется многолучевая интерференция (или эффект Фабри – Перо). В этом случае коэффициент поглощения и показатель преломления могут быть измерены только из спектров пропускания. Пренебрегая рассеянием, т.е. считая, что основной вклад в коэффициент экстинкции в ТГц-диапазоне связан только с процессами поглощения излучения, для рабочей формулы расчета коэффициента поглощения исследуемого образца можно использовать следующее выражение: $a(\nu) = -\ln[T, \max(\nu)]/d$, где $a(\nu)$ – коэффициент поглощения, $T, \max(\nu)$ – пропускание плоскопараллельного образца на частоте ν максимума пропускания [5] и d – толщина исследуемого образца. В предположении слабого изменения показателя преломления для двух соседних максимумов спектров пропускания $n_{m-1} = n_m \approx \text{const}$ рабочая формула для расчета показателя преломления по результатам измерений на установке STD-21 имеет вид $n(\nu) = c / 2d \Delta\nu$, где $\Delta\nu = \nu_m - \nu_{m-1}$; ν_m и ν_{m-1} – частоты двух соседних максимумов пропускания.

Образцы и исследования

Исследовались оптические характеристики образцов с разной ориентацией, вырезанных из кристаллов ZnGeP₂, которые выращены методом Бриджмена в вертикальном варианте на затравочные кристаллы из номинально стехиометрических расплавов соединения, предварительно синтезированного двухтемпературным способом [6].

Исходные данные, условия термообработки и результаты измерений образцов сведены в таблицу. Из шести образцов два были в состоянии «после роста», т.е. не отжигались, а из четырех отожженных образцов один имел ориентацию (001), отличающуюся от всех других, с ориентацией (100). Послеростовая

* Настоящая публикация подготовлена на основании работы, выполняемой в рамках проектной части госзадания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, задание № 8.2712.2017/4.6.

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>