МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА ТВЁРДОГО ТЕЛА

Сборник материалов
XIX Российской студенческой конференции,
посвященной 85-летию кафедры физики твёрдого тела
физического факультета ТГУ
(13–17 мая 2024 г.)

Томск
Издательство Томского государственного университета
2024

УДК 539.2; 539.9; 537
ББК Г 534
Ф503

Ф503 **Физика твердого тела:** сборник материалов XIX Российской студенческой конференции, посвященной 85-летию кафедры физики твёрдого тела физического факультета ТГУ (13–17 мая 2024 г.) / под ред. Д.А. Осипова. – Томск : Изд-во ТГУ, 2024. – 132 с.

ISBN 978-5-907722-83-5

Сборник содержит материалы, представленные студентами, аспирантами и молодыми учеными на XIX Российской студенческой конференции «Физика твердого тела» (ФТТ-2024). Тематика сообщений посвящена исследованию электронного строения, кристаллической структуры, фазовых переходов, электрофизических, поверхностных, оптических и механических свойств твердых тел.

Для широкого круга исследователей, занимающихся проблемами физики твердого тела.

УДК 539.2; 539.9; 537
ББК Г 534

Организаторы конференции:

Национальный исследовательский Томский государственный университет;
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН;
Институт сильноточной электроники СО РАН;
Институт физики полупроводников СО РАН;

Редакционныонная коллегия:

д-р физ.-мат. наук Эрвье Ю.Ю.; д-р физ.-мат. наук Дитенберг И.А.; д-р физ.-мат. наук Мейснер Л.Л.; д-р физ.-мат. наук Литовченко И.Ю.; д-р физ.-мат. наук Дмитриев А.И.; д-р физ.-мат. наук Панченко Е.Ю.; д-р физ.-мат. наук Шилько Е.В.; канд. физ-мат. наук Бобровникова И.А.; канд. физ-мат. наук Аникеев С.Г.; канд. физ-мат. наук Артюхова Н.В.; канд. физ-мат. наук Ефтифеева А.С.; канд. физ.-мат. наук Корчуганов А.В.; канд. физ.-мат. наук Никонов А.Ю.; канд. физ.-мат. наук Осипов Д.А.; канд. физ.-мат. наук Остапенко М.Г.; канд. техн. наук Смирнов И.В.; канд. физ.-мат. наук Сёмин В.О.;

ISBN 978-5-907722-83-5

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ $ZnGeP_2$ НА ПОРОГ ОПТИЧЕСКОГО ПРОБОЯ

А.Ю. Кальсин, А.Б. Лысенко, А.Ш. Габдрахманов

Национальный исследовательский
Томский государственный университет, Томск

E-mail: andrejkalsin@gmail.com

Уже долгое время монокристаллы $ZnGeP_2$ являются важной составляющей параметрических генераторов света, преобразующих излучение 2,1 мкм в перестраиваемое в спектре от 3 до 8 мкм. [1] Главным ограничением для максимально эффективной генерации излучения выступает эффект оптического пробоя, приводящий к повреждению материала при повышении плотности мощности. Пробой провоцируется в первую очередь дефектами поверхности, возникающими при шлифовке, полировке, а также выходом объемных дефектов кристаллической структуры на поверхность и наличием примесных атомов в материале [2]. Улучшение качества поверхности материала достижимо различными технологическими методами обработки.

В данной работе было проведено исследование влияния процесса лазерной закалки поверхности монокристаллов $ZnGeP_2$ на порог оптического пробоя. Предполагалось, что подобное воздействие приведет к релаксации механических напряжений и дефектов, вызванных выходом объемных дефектов на поверхность. Ожидается, что это исследование будет способствовать повышению устойчивости монокристаллов $ZnGeP_2$ к лазерно-индуцированному повреждению.

Исследуемые образцы $ZnGeP_2$ представляли собой пластины высотой 3 мм и габаритами 10×10 мм, вырезанных перпендикулярно направлению роста кристалла из материала, прошедшего стандартную обработку. (Синтез материала, рост по вертикальному методу Бриджмена, отжиг выращенного кристалла, резка на пластины).

Для исследования порога оптического пробоя использовался Ho:YAG лазер, генерирующий излучение на длине волны 2,097 мкм с накачкой непрерывным тулиевым волоконным лазером.

Порог оптического пробоя образцов вычислялся с помощью методики R-on-1.

Были проведены работы по оптимизации частотно энергетических характеристик лазерного источника с целью определения наиболее оптимального режима лазерной закалки полированной поверхности. Проводились эксперименты по оптимизации частоты следования импульсов,

средней мощности падающего излучения, а также скорости сканирования поверхности лазерным пучком.

Результаты первого эксперимента показали, что увеличение частоты следования импульсов сканирующего излучения положительно сказывается на уменьшении вероятности оптического пробоя для обработанных образцов. Поэтому для дальнейших экспериментов задавалась частота в 80 кГц.

Далее осуществлялось изменение средней мощности лазера с целью определить режим, позволяющий не вызвать абляцию материала на полированной поверхности, но при этом провести закалку и даже микроплавление приповерхностного слоя.

Поскольку профиль интенсивности пучка имеет гауссовскую форму, также проводилась оптимизация наложения пучков сканирующего лазерного излучения друг на друга с целью достигнуть более равномерную обработку поверхности.

В заключении осуществлялось изменение скорости сканирования поверхности лазерным пучком, с целью оптимизации теплового режима воздействия на поверхность.

Экспериментально подтверждено положительное влияние лазерной закалки поверхности ZGP на устойчивость к оптическому пробою и определен оптимальный частотно энергетический режим воздействия лазерного излучения с длиной волны 1,064 мкм на поверхность ZGP. Полученные в ходе эксперимента данные в дальнейшем станут основой для построения технологического процесса закалки рабочих элементов, используемых в генераторах перестраиваемого излучения ИК спектра, с целью увеличения порога оптического пробоя.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10193, https://rscf.ru/project/23-79-10193.

Литература

1. Водопьянов К.Л., Воеводин В.Г., Грибенюков А.И., Кулевский Л.А. Высокоэффективная пикосекундная параметрическая суперлюминесценция в кристалле ZnGeP2 в диапазоне 5–6,3 мкм // Квантовая электроника. – 1987. – Т. 14, № 9. – С. 1815–1819.
2. Юдин Н.Н., Антипов О.Л., Грибенюков А.И., Еранов И.Д., Подзывалов С.Н., Зиновьев М.М., Воронин Л.А., Журавлева Е.В., Зыкова М.П. Влияние технологии постростовой обработки и параметров лазерного излучения на длинах волн 2091 и 1064 нм на порог оптического пробоя монокристалла ZnGeP2 // Квантовая электроника. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 306–316.