

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И ПЛАЗМЕННОГО ТРАВЛЕНИЯ НА ПОРОГ ОПТИЧЕСКОГО ПРОБОЯ НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛОВ $ZnGeP_2$ В ОБЛАСТИ ДЛИН ВОЛН $\sim 2,1$ МКМ

✉ М. А. Черемис, Н. Н. Юдин

*Национальный исследовательский
Томский государственный университет, Томск, Россия*

✉ cma0383@gmail.com

Наибольшее преимущество кристаллы $ZnGeP_2$ представляют для создания когерентных источников оптического излучения, перестраиваемых по частоте в широком диапазоне длин волн — 2,5–11 мкм (параметрических генераторов света).

Получение объемного нелинейного кристалла $ZnGeP_2$ осуществляется методом Бриджмена — Стокбаргера из соединения, предварительно синтезируемого из исходных веществ. В настоящее время технологии синтеза, роста и постростовой обработки монокристаллов $ZnGeP_2$ позволяют создавать нелинейные кристаллы с коэффициентом поглощения на длине волны 2,1 мкм $\sim 0,02$ см⁻¹. Основные причины низкой лучевой стойкости поверхности к лазерному излучению напрямую связаны с дефектами, возникающими в ходе различных этапов процесса изготовления полупроводникового материала. Полировка материала достигается применением различных абразивов, их механическое воздействие на поверхность кристалла сопровождается образованием дефектов, микротрещин. Было установлено, что такие трещины играют ключевую роль в лазерном повреждении из-за образования интерференционных эффектов, повышенного поглощения и снижения механической прочности поверхности [1]. Неровности полированной поверхности содержат скопления таких остатков внутри поверхностных и предповерхностных повреждений (трещин, впадин, шероховатостей и выемок), что приводит к неоднородности поверхности с точки зрения химического состава [1], а также являются ловушками для вышеупомянутых загрязнений и остатков полировальных агентов [2] и, как следствие, причиной лазерного повреждения.

Для пластин из монокристаллического $ZnGeP_2$ разработана методика плазменной очистки. Эксперименты проводились на установке, состоящей из газоразрядной камеры, совмещенной с короткой передающей коаксиальной линией и генератора наносекундных импульсов напряжения. Генераторы работали в режиме пачек импульсов с целью определения оптимальных режимов обработки образцов плазмой. На поверхность заземленного электрода помещались образцы, которые подвергались воздействию плазмы. При такой конфигурации газоразрядного промежутка обеспечивалось резко неоднородное распределение напряженности электрического поля. Наносекундная длительность импульсов напряжения и резко неоднородное распределение электрического поля обеспечивали условия для формирования неравновесной низкотемпературной (порядка комнатной) плазмы диффузного разряда с концентрацией электронов $\sim 10^{14}$ – 10^{15} см⁻³.

Проведены измерения параметров шероховатости до и после воздействия плазменной полировки на поверхности тестовых пластин $ZnGeP_2$ (рис. 1, 2).

Для пластин из монокристаллического $ZnGeP_2$ подобраны условия плазменной очистки. Определен порог оптического пробоя до плазменной очистки, а также проведен анализ поверхности образцов с помощью конфокальной микроскопии.

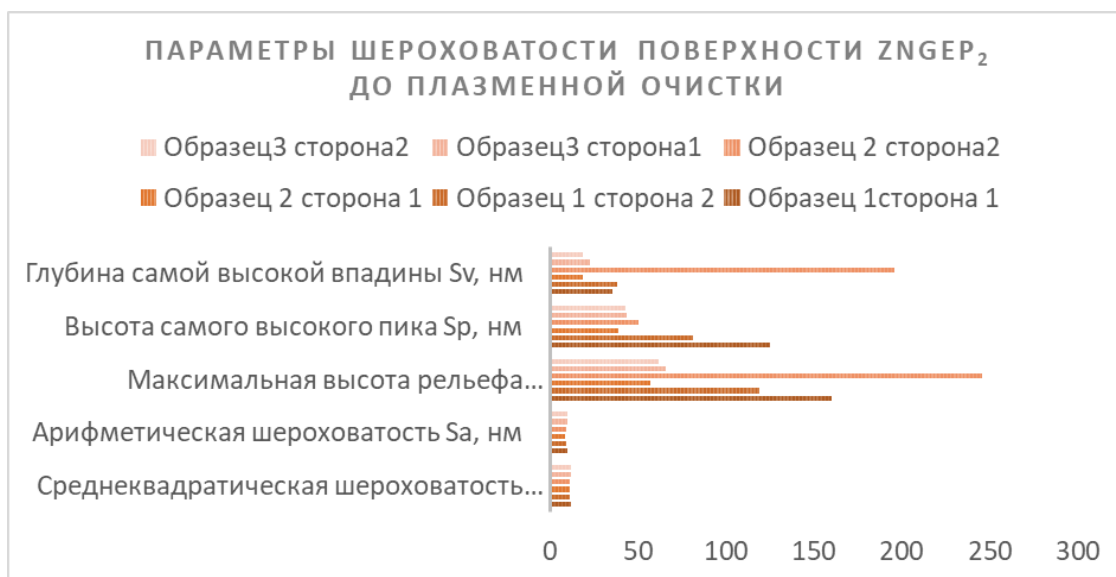


Рис. 1. Гистограмма средних значений параметров шероховатости поверхности $ZnGeP_2$ до плазменной очистки

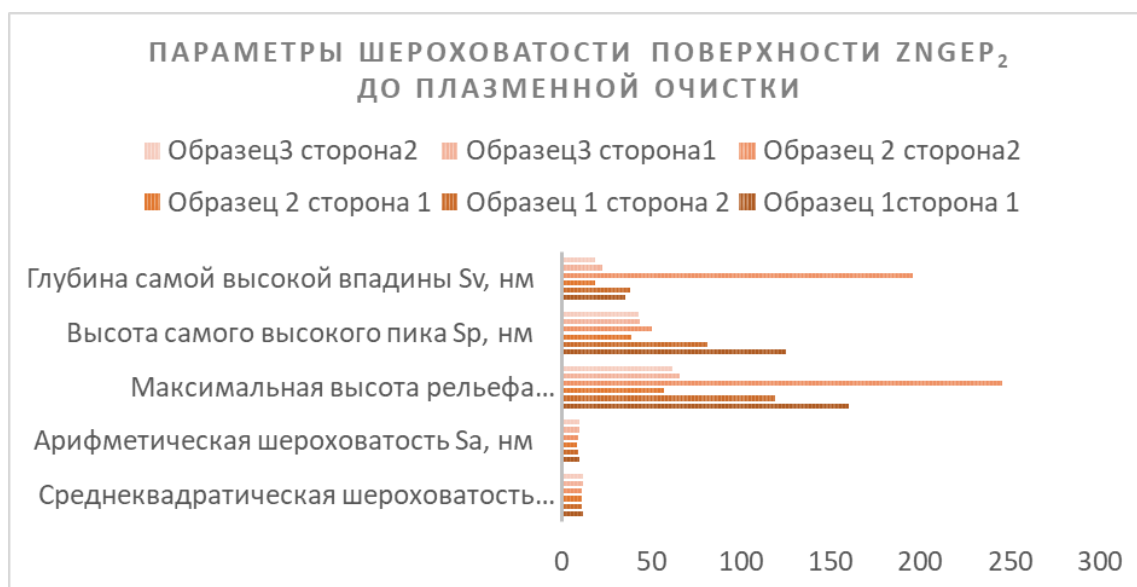


Рис. 2. Гистограмма средних значений параметров шероховатости поверхности $ZnGeP_2$ после плазменной очистки

Список литературы

1. Gerhard C., Stappenbeck M. Impact of the Polishing Suspension Concentration on Laser Damage of Classically Manufactured and Plasma Post-Processed Zinc Crown Glass Surfaces // Appl. Sci. 2018.
2. Liao D., Chen X., Tang C. et al. Characteristics of hydrolyzed layer and contamination on fused silica induced during polishing // Ceram. Int. 2014.