

УДК 536.4

Исследование влияния термической обработки на оптические свойства пленок оксида тантала на германиевых подложках

Веснин Владимир Романович

vesninvr@bmstu.ru

Вершаловский Николай Андреевич^(*)

Kolchan778@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе исследовано влияние термической обработки на оптические свойства тонких пленок оксида тантала (V), нанесенных на германиевые подложки. Показаны оптические характеристики после каждого отжига (100–600 °С) с использованием ИК и рамановской спектроскопии. Также по спектральным данным отражения в видимом диапазоне рассчитывалась толщина покрытий. Данное исследование направлено на создание и апробацию методики изучения тонкопленочных покрытий после термической обработки.

Ключевые слова: диэлектрические покрытия, теплофизические свойства, оптические свойства, полупроводниковые подложки, ИК-Фурье спектроскопия, тонкие пленки

Введение. Оксид тантала (V) является перспективным материалом для микроэлектроники и фотоники благодаря высокой диэлектрической проницаемости, химической устойчивости и прозрачности в широком спектральном диапазоне [1]. Германий, в свою очередь, востребован в оптических системах и инфракрасной технике [2]. Совмещение этих материалов в форме тонкопленочных структур открывает возможности для создания диэлектрических покрытий, которые улучшают оптические характеристики и обеспечивают защиту подложки [3]. Существенное значение при этом имеет устойчивость таких систем к термической обработке. Целью исследования стало изучение влияния отжига на оптические характеристики тонкопленочных покрытий оксида тантала, нанесенных на германиевые подложки.

Методы и материалы; результаты. Рассматривались три типа образцов: полированный германий, германий с пленкой Ta₂O₅ оптической толщины $\lambda/2$ и с покрытием толщиной λ . Толщина пленок определялась измерителем Optosky SM230 по спектрам отражения; для уточнения использовалось сопоставление с расчетными данными. Оптические свойства исследовались методами ИК-Фурье (Bruker Vertex 70) и рамановской спектроскопии (Optosky ATR8300). Получены спектры пропускания и отражения, рассчитаны коэффициенты поглощения. Термическая обработка проводилась при 100–600 °С в атмосфере аргона с повторными спектральными измерениями. Дополнительно методом вспышки (Linseis LFA 500) определялась температуропроводность германия; вклад тонких пленок в сигнал не регистрировался.

Измеренные толщины покрытий составили ≈ 92 и ≈ 184 нм. Увеличение толщины Ta_2O_5 приводило к росту прозрачности в среднем ИК-диапазоне. Спектры отражения в видимой области изменялись после отжига, вероятно, из-за образования оксидной пленки на германии. При 600°C образец $\lambda/2$ становился визуально прозрачным, что указывает на значительные структурные перестройки. Рамановская спектроскопия выявила пики германия и порошка Ta_2O_5 , но сигналы от тонких пленок оказались ниже чувствительности прибора.

Заключение. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что увеличение толщины пленок сопровождалось ростом пропускания в среднем инфракрасном диапазоне, а наблюдаемые изменения в видимых спектрах отражения свидетельствовали о высокой чувствительности системы к образованию оксидного слоя на подложке.

Список источников

- [1] Сушенцов Н.И., Степанов С.А., Шашин Д.Е. Исследование оптических характеристик тонких пленок диоксида титана, полученных методом магнетронного распыления. *Вакуумная техника, материалы и технология. XIII Междунар. науч.-техн. конф.: материалы.* Москва, Новелла, 2018, с. 100–102.
- [2] Каплунов И.А., Рогалин В.Е. Оптические свойства и области применения германия в фотонике. *Фотоника*, 2019, т. 13, № 1, с. 88–106.
- [3] Althobaiti M.G. Characterization of high- κ dielectrics on Germanium. Thesis of Doctor in Philosophy. United Kingdom, University of Liverpool, 2016.