

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕКЛООБРАЗНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ GeAsSeSnSbTe В ТЕРАГЕРЦОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Кропотов Г.И.¹, Шахмин А.А.¹, Андрианов А.В.², Петров А.Г.², Сивов Н.В.¹

¹ООО «Тидекс», Санкт-Петербург, Россия

²ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: grigorykropotov@tydex.ru

Халькогенидные стеклообразные полупроводники или халькогенидные стекла являются перспективными материалами для создания элементов оптических систем ИК диапазона и уже используются в оптических приборах, работающих в области 2-12 мкм. Вместе с тем, халькогенидные стекла прозрачны и в субтерагерцовом частотном диапазоне (или в дальнем ИК диапазоне) на длинах волн свыше 300–500 мкм. Поэтому такие материалы могут быть использованы для создания оптических элементов, работающих в субтерагерцовой области спектра. Несмотря на большой интерес к этим материалам, их оптические характеристики в терагерцовой (ТГц) области спектра остаются малоизученными. Исследования ТГц свойств таких материалов ограничены лишь единичными работами.

В настоящей работе проведено исследование оптических характеристик халькогенидных стекол $\text{Ge}_x\text{As}_y\text{Se}_{1-x-y-z-s-t}\text{Sn}_z\text{Sb}_s\text{Te}_t$ различного состава (с различными x, y, z, s, t) методом ТГц спектроскопии во временной области (THz-TDS). Исследовались материалы, полученные с помощью технологии охлаждения расплава [1]. Образцы для измерений были подготовлены в виде полированных плоскопараллельных пластин толщиной 2 мм. Эксперименты проводились на THz-TDS спектрометре Tera K8 MenloSystems, созданном на базе фемтосекундного C-Fiber лазера, генерирующего излучение с длиной волны 780 нм, длительностью импульсов 90 фс и частотой повторения 100 МГц. В качестве эмиттера и детектора ТГц излучения использовались фотопроводящие антенны на основе LT-GaAs. Исследовалось ТГц пропускание материалов при нормальном падении излучения.

Получены спектры показателя преломления n и коэффициента экстинкции k в спектральной области 0.1–2.5 ТГц. Показатель преломления имеет слабую зависимость от частоты. Его значение меняется от 2,6 до 3,5 в зависимости от состава образцов. Спектры коэффициента экстинкции материалов демонстрируют широкую полосу поглощения с максимумом (f_{\max}) при 0.9–1.5 ТГц, при этом положение полосы в спектре изменяется с составом. Коэффициент ТГц поглощения по мощности в максимуме полосы также зависит от состава стекла и может достигать величин порядка 70 см^{-1} . Свойства наблюдаемой полосы поглощения, в частности, форма ее спектра, имеющая универсальный вид в координатах $k/k_{\max} - f/f_{\max}$ и аналогичная наблюдаемой во многих аморфных материалах самой различной природы [2, 3, 4], позволяют интерпретировать данную полосу как «бозонный пик» (БП). Численно рассчитаны частоты Дебая для набора исследованных халькогенидных стекол. Результаты расчетов указывают на определенную корреляцию между частотами БП и частотами Дебая для исследованных материалов. Эти и другие данные будут обсуждаться в докладе.

1. Stronski A., Achimova E., Paiuk O., Meshalkin A., Prisarac A., Triduh G., Lytvyn P. Direct Magnetic Relief Recording Using As₄₀S₆₀: Mn–Se Nanocomposite Multilayer Structures // *Nanoscale Res Lett.* 2017. V. 12, article 286, pp. 1–7.
2. Малиновский В.К., Новиков В.Н., Соколов А.П. О наноструктуре неупорядоченных тел // *УФН.* 1993. Т. 163. № 5. С. 119–124.
3. González-Jiménez M., Barnard T., Russell B.A. Understanding the emergence of the boson peak in molecular glasses // *Nat Commun.* 2023. V. 14, article 215, pp. 1–11.
4. Kojima S., Kitahara H., Nishizawa S., Yang Y.S., Wada Takeda M. Terahertz time-domain spectroscopy of low-energy excitations in glasses // *Journal of Molecular Structure.* 2005. V. 744–747. P. 243–246.