

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА В ТГЦ ОБЛАСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКОЛ, РАЗРАБОТАННЫХ ДЛЯ ИК ДИАПАЗОНА

КАПЛУНОВ И.А.1, КРОПОТОВ Г.И.2, РОГАЛИН В.Е.3, СИВОВ Н.В.2, ШАХМИН А.А.2

1 ТвГУ, Тверь

2 ООО «Тидекс», Санкт-Петербург

3 ИЭЭ РАН, Санкт-Петербург

Среди оптических материалов, прозрачных в атмосферном окне 8 – 12 мкм, безусловным лидером является германий (Ge) [1]. Этот полупроводниковый монокристалл после тщательной очистки от примесей до уровня 10-13 см-3 (по электроактивным примесям), оказался очень востребованным оптическим материалом для инфракрасной (ИК) области спектра. Однако, германий рассеян в природе, получение его сложная техническая проблема. Кроме того, существуют ограничения его использования при повышенных температурах. Поэтому, несмотря на его отличные свойства в полупроводниковой сфере, его пришлось в значительной мере заменить на значительно более распространенный кремний и другие материалы, даже иногда в ущерб качеству. В настоящее время применение кристаллического Ge в промышленности сосредоточено, в основном, в ИК оптике. Однако сложность добычи и цена Ge вынуждает вести поиски альтернативных вариантов.

Одним из альтернативных материалов оказались халькогенидные стекла [2]. Они активно изучаются уже более 50 лет благодаря перспективам применения в ИК области. Так, например, покрытие из As₂S₃ оказалось великолепным материалом для просветления деталей из германия и уже давно активно применяется [3]. Значительный выбор халькогенидных стекол позволяет подобрать подходящий материал для покрытий в ИК области (показатель преломления, в зависимости от состава, может варьироваться от 1,5 до 9,0).

В последнее время появились около десятка халькогенидных стекол, которые уже начинают конкурировать на рынке с германием в плане изготовления деталей проходной оптики (линзы, стекла, фильтры и др.). Это стекла составов: As₂₇Se₆₁Sb₆Sn; Ge₃₃As₁₂Se₅₅; Ge₁₀As₄₀Se₅₀; Ge₂₈Sb₁₂Se₆₀; As₄₀Se₆₀; Ge₂₀Sb₁₅Se₆₅; Ge₂₂As₂₀Se₅₈; Ge₁₆Se₁₀Te₇₄.

В настоящей работе оптические свойства стекол данных составов были тщательно исследованы на измерительном комплексе, подробно описанном в работе [4]. Для измерения спектральных характеристик были приготовлены образцы каждого состава. Для измерения пропускания были использованы полированные с обеих сторон образцы диаметром

25,4 мм и толщиной 2 мм; пропускание измерялось под нормальным углом. При измерениях отражения использовались образцы, полированные с лицевой стороны и матированные с обратной; измерение отражения производилось под углом падения, равным 8 градусам относительно нормали. В ходе исследования были произведены спектрофотометрические измерения в спектральном диапазоне от видимого до 3000 микрон.

Полученные результаты свидетельствуют, что исследованные стекла обладают заметным пропусканием в ТГЦ области, причем их прозрачность в области 1000-3000 мкм, а возможно и несколько далее, не уступает пропусканию в ИК диапазоне.

Список литературы

1. G. Kropotov, V. Rogalin and I. Kaplunov Germanium Single Crystals for Photonics // Crystals 2024. V. 14. Iss. 9. 796. <https://doi.org/10.3390/cryst14090796>.
2. С.В. Немилев. «Оптическое материаловедение: Оптические стекла». СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 175 стр.
3. Аполлонов В.В., Васьковский Ю.М., Жаворонков М.И., Прохоров А.М., Ровинский Р.Е., Рогалин В.Е., Устинов Н.Д., Фирсов К.Н., Ценина И.С., Ямщиков В.А. Мощный электроразрядный СО₂-лазер с добавками в смесь легкоионизируемых веществ // Квант. электроника. 1985. 12. №1. С. 5-9.
4. Кропотов Г.И., Шахмин А.А., Каплунов И.А., Рогалин В.Е. Применение спектральных приборов в оптическом производстве и научных исследованиях // Фотоника. 2023. Т. 17. № 5. С. 378-392.