

УДК 538.958

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕШАННЫХ БРОМИДНО-ЙОДИДНЫХ ПЕРОВСКИТОВ В СТЕКЛЯННОЙ МАТРИЦЕ

Харисова Р.Д. (Университет ИТМО), Зырянова К.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Бабкина А.Н.
(Университет ИТМО)

Введение. Материалы, содержащие перовскитные нанокристаллы, обладают уникальными люминесцентными свойствами. Такие материалы являются прямозонными полупроводниками, имеют большие коэффициенты поглощения и излучения, узкие полосы люминесценции, а также позволяют получать излучение во всем видимом диапазоне путем изменения размеров нанокристаллов и соотношения галогенов [1]. Несмотря на большое количество предложений по использованию перовскитных нанокристаллов, например в солнечных батареях, светодиодах, различных детекторах, сцинтилляторах и др. [2], многие их свойства остаются неисследованными. В том числе неизученным остается влияние высоких температур на перовскиты.

В данной работе было исследовано влияние температуры на поглощение смешанных бромидно-йодидных перовскитов в борogerманатной матрице.

Основная часть. Для исследования была синтезирована серия борogerманатных стекол системы $23,59 \text{ B}_2\text{O}_3 - 38,09 \text{ GeO}_2 - 6,41 \text{ Na}_2\text{O} - 5,03 \text{ ZnO} - 1,38 \text{ P}_2\text{O}_5 - 2,85 \text{ TiO}_2 - 4,99 \text{ K}_2\text{O} - 5,41 \text{ Cs}_2\text{O} - 2,26 \text{ PbO} - 9,98x \text{ Br} - 9,98(1-x) \text{ I}$ мол.%, где $x = 1; 0,6; 0,5; 0,4; 0,25; 0$, x рассчитан из состава шихты. Стекло синтезировалось в воздушной атмосфере при температуре 950°C в течение 30 мин. Перовскитные нанокристаллы $\text{CsPb}(\text{Br}_x\text{I}_{1-x})$ выделялись в матрице стекла при отжиге от 470°C . Температура стеклования полученных стекол лежит в диапазоне $440 - 450^\circ\text{C}$.

Влияние нагрева и охлаждения на оптическую плотность стеклокерамик исследовалось в специальной установке, состоящей из печи с окнами из кварцевого стекла, лампы широкого спектра (галогеновая и дейтериевая лампы), спектрометра и контроллера температуры. При обработке измерений прослеживалось изменение оптической плотности различных образцов на длинах волн, соответствующих экситонным максимумам поглощения. Во время эксперимента образцы стеклокерамик с перовскитами нагревались от комнатной температуры до температуры, при которой поглощение нанокристаллов исчезало ($370 - 500^\circ\text{C}$), т.е. происходило их плавление в матрице стекла. После достижения такой температуры стеклокерамики сразу охлаждались до комнатной температуры, скорость нагрева и охлаждения образцов поддерживалась равной $2 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

На кривых зависимости оптической плотности от температуры наблюдается гистерезис – при нагреве быстрый спад поглощения, соответствующий плавлению нанокристаллов, проходил при больших температурах, чем резкий рост поглощения при охлаждении. В целом эти характеристические температуры оказались ниже, чем температуры плавления чистых бромидных и чистых йодидных монокристаллов перовскитов.

Кроме того, было замечено, что форма кривых зависимости оптической плотности от температуры не изменяется при изменении длины волны наблюдения в пределах образца одного состава. Это свидетельствует о том, что в каждой стеклокерамике из серии, в том числе в тех, что содержат как бром, так и йод, выделилась одна кристаллическая фаза. Действительно, в противном случае разные кристаллические фазы, имеющие различные спектры поглощения и температуры плавления, вносили бы в оптическую плотность образцов разный вклад на разных длинах волн.

Выводы. В работе исследовано изменение оптической плотности борogerманатных стеклокерамик со смешанными бромидно-йодидными перовскитами во время цикла «нагрев–

охлаждение», получены кривые зависимости температур плавления и кристаллизации нанокристаллов от их состава. Данные измерения также позволяют судить о температурах фазовых переходов исследуемых кристаллов в стекле.

Список использованных источников:

1. Stylianakis M. M. et al. Inorganic and hybrid perovskite based laser devices: a review //Materials. – 2019. – Т. 12. – №. 6. – С. 859.
2. Li X. et al. CsPbX₃ quantum dots for lighting and displays: room-temperature synthesis, photoluminescence superiorities, underlying origins and white light-emitting diodes //Advanced Functional Materials. – 2016. – Т. 26. – №. 15. – С. 2435-2445.

Харисова Р.Д. (автор)

Подпись

Бабкина А.Н. (научный руководитель)

Подпись