

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЕРОВСКИТОВ CsPbBr₃ НА ПОВЕРХНОСТИ БОРОГЕРМАНАТНОГО СТЕКЛА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Ратова А. Д.¹, Харисова Р. Д.¹

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Миронов Л. Ю.¹

¹Университет ИТМО

ratova2004@mail.ru

Введение

Нанокристаллы галогенидных перовскитов CsPbX₃ (X = Cl, Br, I) обладают выдающимися оптическими свойствами: высоким квантовым выходом люминесценции, узкой полосой люминесценции и возможностью перестройки спектра в видимом диапазоне [1]. Однако их применение в реальных устройствах ограничено из-за низкой химической и термической стабильности. Для повышения устойчивости нанокристаллы галогенидных перовскитов часто инкапсулируют в стеклянные матрицы [2]. Недавно была обнаружена возможность кристаллизации перовскитов на поверхности фосфатного стекла с прекурсорами перовскитов при механическом воздействии на него [3]. В данной работе была синтезирована серия борогерманатных стекол с прекурсорами перовскитов и исследована возможность механически индуцированной кристаллизации CsPbBr₃ на поверхности этого стекла.

Основная часть

Была синтезирована серия борогерманатных стекол, содержащих прекурсоры перовскитов. Состав стекла в мольных процентах имеет вид 41,29 GeO₂ – 25,57 B₂O₃ – 6,95 Na₂O – 5,87 Cs₂O – 5,45 ZnO – x2,45 PbO – x4,14 K₂O – x8,28 Br – 0/1,85 TiO₂ – 0/0,75 P₂O₅, где x = 0,5; 1; 2. Синтез проходил при температуре 950 °С в течение 30 минут, отжиг проводился от температуры 470 °С.

Часть исходных образцов была подвергнута дополнительной термообработке при температуре 550 °С. Для формирования нанокристаллов перовскитов после синтеза образцы были расколоты в прессе, а затем измельчены в шаровой мельнице в течение 1–40 минут.

После синтеза образцы стекол, кроме образца с кристаллизатором, не обладают люминесценцией, характерной для перовскитов CsPbBr₃. После проведения термообработки образцы перестают быть прозрачными и люминесцируют на длинах волн в диапазоне 500–520 нм. Образцы после перетиравания тоже имеют люминесценцию, характерную для перовскитов. Независимо от состава стекла и времени помола, спектры люминесценции демонстрируют узкий пик в области 512–519 нм.

Выводы

В результате работы были синтезированы борогерманатные стекла, содержащие прекурсоры перовскитов. Была показана возможность механической кристаллизации перовскитов на поверхности.

Наибольший квантовый выход люминесценции ~0,6 был достигнут для образца с наибольшим количеством PbO и Br⁻ при возбуждении 390 нм. Значения квантового выхода люминесценции образцов с кристаллизаторами и без них близки, что говорит о том, что наличие кристаллизаторов не влияет на кристаллизацию при механическом воздействии. При длительном перетирании в шаровой мельнице наблюдалось падение квантового выхода для некоторых образцов.

Литература

1. Protesescu L. et al. Nanocrystals of Cesium Lead Halide Perovskites (CsPbX_3 , X = Cl, Br, and I): Novel Optoelectronic Materials Showing Bright Emission with Wide Color Gamut // Nano Lett. American Chemical Society, 2015. Vol. 15, no. 6. P. 3692–3696.
2. Samiei S. et al. Exploring CsPbX_3 (X = Cl, Br, I) Perovskite Nanocrystals in Amorphous Oxide Glasses: Innovations in Fabrication and Applications // Small. John Wiley and Sons Inc, 2024. Vol. 20, no. 17. P. 2307972.
3. Xiang X. et al. Stress-induced CsPbBr_3 nanocrystallization on glass surface: Unexpected mechanoluminescence and applications // Nano Res. Tsinghua University, 2019. Vol. 12, no. 5. P. 1049–1054.