

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАССИВИРУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПЕРОВСКИТНЫЕ ПЛЁНКИ

Булатова И. Е., Фурман Я. Н., Дыкова А. В.

Научный руководитель – аспирант Шипков В. Е., к.ф.-м.н. Гец Д. С.

Университет ИТМО

ira78rus@gmail.com

Введение

MAPbBr_3 – гибридный перовскитный материал, обладающий широкой запрещённой зоной, отличается большей стабильностью при воздействии окружающей среды в сравнении с MAPbI_3 , однако также подвержен таким проблемам как миграция ионов и образование дефектов. В настоящее время необходима разработка методов пассивации перовскита без потери эффективности для увеличения срока службы устройств, созданных на его основе.

К. Liu и др. создали структуру $\text{MAPbBr}_3\text{-PbBr(OH)}$ за счёт внедрения воды в порошок перовскита, что привело к повышению значений квантового выхода с 2,5% до 71,54%. Хотя данный метод показывает долговременную стабильность образцов под действием воды, технология не обеспечивает защиту от температурного и УФ воздействия[1]. V. Anilkumar и др. предложили способ нанесения PbSO_4 в качестве пассивирующего слоя. Такая технология значительно не повлияла на квантовый выход образца после изготовления, но позволила замедлить его деградацию в 1,7-1,8 раз, однако данный метод может значительно влиять на проводимость материала[2]. Отечественный опыт минимален в этом вопросе.

Предлагаемое решение

В работе представлен способ пассивации перовскитных плёнок за счёт добавления полимера и создания 2D/3D структуры. Были синтезированы образцы перовскитных плёнок MAPbBr_3 путём центрифугирования. Образцы отличались молярной концентрацией ($m=0,4$ моль/л; $m=0,8$ моль/л), внесением дополнительных компонентов, направленных на повышение стабильности перовскита, временем сброса антирастворителя, отжига.

В качестве дополнительных компонентов для повышения стабильности перовскитов использовали BAVr (создание 2D/3D структуры), который добавляли в раствор перовскита или наносили сверху в растворе изопропилового спирта; полиэтиленоксид при разной температуре вакуумирования (RT, 40, 50, 60 °C).

Полученные образцы характеризовали при помощи спектрофотометрии, оптической и атомно-силовой микроскопии, измерения квантового выхода фотолюминесценции с помощью интегрирующей сферы.

Выводы

Создание 2D/3D структуры и добавление полимера приводит к уменьшению значений квантового выхода фотолюминесценции: MAPbBr_3 – 24,58%; $\text{MAPbBr}_3\text{-BAVr}$ – 7, 25%; PEO-MAPbBr_3 – 4,53%; $\text{PEO-MAPbBr}_3\text{-BAVr}$ – 1,93% . Добавление полимера приводит к более равномерному заполнению пленок, в то время как внесение BAVr приводит к изменению морфологии перовскитных плёнок, делая их шероховатыми и менее однородными. Время и скорость нанесения также влияют на конечную структуру перовскитной плёнки, за счёт воздействия на испарение антирастворителя. В случае добавления BAVr большие значения эффективности фотолюминесценции показывают образцы, в которых бромид бутиламмония был внесён в раствор перовскита, так как изопропиловый спирт, входящий в состав наносимого раствора, приводит к разрушению перовскита. Немаловажную роль в эффективности фотолюминесценции

играет время вакуумации при нанесении полиэтиленоксида, большие значения квантового выхода (7,38%) достигаются при 60°C.

Полученные результаты могут быть применены при создании светодиодов, фотодиодов на основе перовскитов с целью обеспечения более длительного срока службы устройств благодаря предотвращению их деградации.

Литература

1. Liu K. K. et al. Water-induced MAPbBr₃@ PbBr (OH) with enhanced luminescence and stability //Light: Science & Applications. 2020 Vol. 9, no. 1. P. 44. <https://doi.org/10.1038/s41377-020-0283-2V>.
2. Anilkumar V. et al. Towards a long-term stable MAPbBr₃ single crystal-based photoconductor with a high on/off ratio and detectivity //Chemical Communications. 2025 Vol. 61, no. 10. P. 2067-2070. <https://doi.org/10.1039/d4cc06152g>