Перенос энергии в гибридных светоизлучающих структурах между нанокристаллами перовскитов и полимерной матрицей при оптическом и электрическом возбуждении

Алешин А.Н., Чикалова-Лузина О.П., Щербаков И.П., Овезов М.К.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021, С.-Петербург, Политехническая ул., 26

DOI 10.34077/Semicond2019-367

В последнее время нанокристаллы (НК) перовскитов вызывают большой интерес из-за их уникальных оптических свойств, таких как узкий спектр и перестраиваемая длина волны излучения, высокая квантовая эффективность фотolumинесценции (ФЛ) и др., что делает их перспективным классом материалов для солнечных элементов, светодиодов и светоизлучающих полевых транзисторов (СИ-ПТ) [1]. Введение неорганических перовскитных НК в матрицу светоизлучающих полупроводниковых полимеров улучшает технологичность и стабильность таких гибридных пленок и приборов. В данной работе нами на основе теории Фёрстера рассмотрен перенос энергии безызлучательного возбуждения от перовскитных НК CsPbBr_3 к светоизлучающей матрице полупроводникового полимера МЕН-PPV, а также были экспериментально исследованы оптические и электрические свойства гибридных пленок МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК). Была исследована зависимость интенсивности ФЛ матрицы МЕН-PPV как функция концентрации НК CsPbBr_3 при 300 К. Как теоретически, так и экспериментально было обнаружено снижение интенсивности ФЛ с увеличением концентрации НК CsPbBr_3 , при этом затухание ФЛ, измеренное экспериментально, оказалось более сильным по сравнению с теоретическим [2]. Были разработаны СИ-ПТ с активными слоями на основе МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) и исследованы их электрические и оптические свойства. Обнаружено, что СИ-ПТ на основе пленок МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) демонстрируют при 290-100 К вольт-амперные характеристики характерные для дырочного транспорта, а температурная зависимость подвижности $\mu(T)$ свидетельствует о прыжковом механизме проводимости. Установлено, что зависимости интенсивностей ФЛ и электролюминесценции (ЭЛ) композитных пленок МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) и СИ-ПТ на их основе от величин оптической и электрической мощности возбуждения являются сублинейными и суперлинейными соответственно. При этом интенсивность ЭЛ при 300 К МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) СИ-ПТ в 100 раз выше, чем у ранее исследованных СИ-ПТ на основе PFO: CsPbI_3 (НК) и PFO: CsPbBr_3 (НК) [3,4]. Рассмотрены механизмы излучательной рекомбинации и переноса энергии в таких структурах при оптическом и электрическом возбуждении. Обсуждаются причины количественных различий между экспериментальными и теоретическими результатами для зависимостей интенсивности ФЛ от концентрации НК в пленках МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК). Более высокая интенсивность ЭЛ наблюдаемая в СИ-ПТ на основе пленок МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) по сравнению с СИ-ПТ на основе PFO: CsPbI_3 (НК), PFO: CsPbBr_3 (НК) может быть связана с эффективным переносом энергии в МЕН-PPV: CsPbBr_3 (НК) гибридных светоизлучающих структурах между НК перовскитов и полимерной матрицей при оптическом [2] и электрическом возбуждении.

[1] H.-C. Wang et al., *Small* **14**, 1702433 (2018).

[2] O.P. Chikalova-Luzina, A.N. Aleshin et al., *Synth. Metals* **246**, 230 (2018).

[3] A.N. Aleshin et al., *Organic Electronics* **50**, 213 (2017).

[4] A.N. Aleshin et al., *Phys. Sol. St.*, **61**, 256 (2019).