Особенности релаксации экситонов в коллоидных нанопластинках CdSe/CdS

Смирнов А.М.^{1,2}, Голинская А.Д.¹, Жаркова Е.В.¹, Козлова М.В.¹, Саиджонов Б.М.¹,
Васильев Р.Б.¹, Днепровский В.С.¹

¹ МГУ им. М. В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1-2

² ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, 125009, Москва, Моховая 11-7

DOI 10.34077/Semicond2019-242

Работа посвящена изучению особенностей взаимодействия и релаксации экситонов в коллоидных нанопластиках CdSe с одним, двумя и тремя монослоями оболочки CdS (CdSe/1CdS, CdSe/2CdS и CdSe/3CdS, соответственно) при однофотонном возбуждении экситонов лазерными импульсами [1]. В зависимости от количества монослоев оболочки CdS было реализовано нестационарное ($\lambda=532$ нм, $\tau=35$ пс) резонансное возбуждение экситонов, связанных с тяжелыми дырками (1hh-1e), в нанопластинках CdSe/1CdS, экситонов, связанных с легкими дырками (1lh-1e), в нанопластинках CdSe/2CdS, а также нерезонансное возбуждение экситонов в нанопластинках CdSe/3CdS. Кроме этого, было исследовано нелинейное изменение экситонного поглощения при стационарном лазерном возбуждении ($\lambda=540$ нм, $\tau=10$ нс).

Наименьшее значение интенсивности насыщения (≈ 35 МВт/см²) обнаружено для коллоидного раствора нанопластинок CdSe/1CdS. Насыщение поглощения объяснено эффектом заполнения фазового пространства экситонов, связанных с тяжелыми дырками. Для данного образца при интенсивности возбуждения более 150 МВт/см² обнаружено увеличение поглощения, которое может быть объяснено существенным вкладом экситон-экситонного взаимодействия [2], а также процессом передачи энергии от экситонов, связанных с тяжелыми дырками, экситонам, связанным с легкими дырками [3]. Для образца CdSe/2CdS обнаружено большее по сравнению с образцом CdSe/1CdS значение интенсивности насыщения (≈ 50 МВт/см²) и сравнимое нелинейное уменьшение поглощения. Данное различие объяснено необходимостью заполнения как состояний, соответствующих легким экситонам, так и состояний, соответствующих тяжелым экситонам. Для образца CdSe/3CdS, возбуждение которого осуществляется в коротковолновый край 1lh-1e экситонного перехода, обнаружена наибольшая из трех интенсивность насыщения (≈ 100 МВт/см²), что обусловлено существенно меньшей силой осциллятора, по сравнению со случаем резонансного возбуждения экситонных переходов.

Спектры дифференциального пропускания, измеренные при стационарном лазерном возбуждении экситонов подтверждают предположение о влиянии экситон-экситонного взаимодействия [1,2], экситон-фононного взаимодействия [4], а также процесса передачи энергии между лёгкими и тяжелыми экситонами [3] на релаксацию экситонов.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №18-32-00536 мол-а.

[1] А.М. Смирнов и др., *Письма в ЖЭТФ*, **109**, 466 (2019).

[2] G.A. Boiko et al., *phys. status solidi b*, **85**, 111 (1978).

[3] А.М. Smirnov et al., *Semiconductors*, **52**, 1798 (2018).

[4] А.М. Смирнов и др., *Письма в ЖЭТФ*, **109**, 375 (2019).