Динамика рекомбинации и спиновой релаксации экситонов в гетероструктурах (In,Al)(As,Sb)/AlAs

Т.С. Шамирзаев¹, А.К. Бакаров¹, Д.Р. Яковлев², М. Bayer²

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Technische Universität Dortmund, D-44221 Dortmund, Germany, Otto-Hahn-Strasse 4a

DOI 10.34077/RCSP2021-119

Для изучения спиновой динамики спиновую систему, необходимо вывести из равновесия и создать неравновесную заселенность спиновых состояний. Удобным методом для создания неравновесной спиновой заселенности является нерезонансное возбуждение неполяризованным светом расщепленных продольным магнитным полем состояний экситонов. При больших (по сравнению с термической энергией kT) величинах Зеемановского расщепления (E_z) одинаковая заселенность экситонных состояний с различными проекциями спина, обеспечиваемая при таком возбуждении, соответствует термодинамически неравновесному распределению. С течением времени процессы спиновой релаксации, стремятся привести заселенности экситонных состояний в соответствие с равновесным (больцмановским) распределением. Стремление спиновой системы к равновесию сопровождается появлением циркулярной поляризации фотолюминесценции (ФЛ). Для типичных структур с КТ при условии $E_z \gg kT$ максимальная степень поляризации ФЛ определяется отношением времени жизни экситона (τ_r) к времени спиновой релаксации (τ_s) и при условии $\tau_r \gg \tau_s$ стремится к 100% [1].

В работе показано, что в непрямозонных гетероструктурах (In,Al)(Sb,As)/AlAs и Al(Sb,As)/AlAs не смотря на выполнение условия $E_z \gg kT$ и большие времена τ_r (сотни микросекунд), заметно превышающие типичные времена спиновой релаксации электронов и дырок в подобных системах (десятки микросекунд) [2], наведенная магнитным полем циркулярная поляризация ФЛ (МЦП) сильно меняется от образца к образцу, и, неожиданно, меняет знак. Определены значения продольного g фактора тяжелой дырки, а также времена спиновой релаксации электрона и тяжелой дырки, не превышающие 100 нс. Степень наведенной магнитным полем циркулярной поляризации ФЛ подавлена, т.е. заметно меньше, чем для тонких КЯ, реализованных в близкой гетеросистеме GaAs/AlAs [2].

Работа выполнена при финансовой поддержке Deutsche Forschungsgemeinschaft via the Project No. 409810106 и РФФИ (проекты № 19-02-00098 и 19-52-12001).

Литература

- [1] Т.С. Шамирзаев, ФТТ 60, 1542 (2018).
- [2] T.S. Shamirzaev et al, Phys. Rev. B 96, 035302 (2017).