**Модифицирование границы раздела металл/полупроводник в
спиновых светоизлучающих диодах CoPt/(In)GaAs**

Дёмина П.Б.¹, Дорохин М.В.¹, Здоровейшев А.В.¹, Ведь М.В.¹, Кудрин А.В.¹, Буданов А.В.²,
Власов Ю.Н.², Котов Г.И.², Крюков Р.Н.¹, Вихрова О.В.¹

¹ Научно-исследовательский физико-технический институт ННГУ им. Н.И. Лобачевского,
630090, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23/3

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, 394036, Воронеж, пр.
Революции, 19

DOI 10.34077/Semicond2019-288

Создание неравновесной спиновой поляризации носителей заряда в полупроводниковых материалах является одним из основополагающих принципов полупроводниковой спинтроники [1]. Известно, что одним из важнейших параметров, влияющих на степень инжекции спин-поляризованных носителей заряда из ферромагнитного металлического электрода в полупроводниковую гетероструктуру, является качество границы раздела, которое должно обеспечивать минимальное спиновое рассеяние. В процессе формирования диодной структуры при нанесении металла на поверхность полупроводника туннельно-тонкая прослойка диэлектрика позволяет существенно снизить количество дефектов на границе раздела. Кроме того, такая прослойка изменяет механизм протекания носителей на границе раздела с дрейфово-диффузионного на туннельный [2], что позволяет решить проблему рассогласования проводимостей в системе металл/полупроводник.

В настоящей работе приведены результаты исследования спиновой инжекции в спиновых светоизлучающих диодах (ССИД) с контактом CoPt/туннельно-тонкий оксид/(In)GaAs. Выполнено варьирование свойств гетерограниц за счёт использования различных оксидов: Al₂O₃:MgO (поликор), Al₂O₃:Ti (сапфир), HfO₂, стабилизированный ZrO₂-Y₂O₃, MgO, термический TiO₂. Кроме того, были проведены дополнительные обработки поверхности перед нанесением оксидов, в том числе отжиг в парах селена (с образованием на поверхности Ga₂Se₃) и отжиг в кислородной плазме.

В качестве метода определения эффективности инжекции спин-поляризованных носителей использовалось измерение магнитолевой зависимости степени циркулярной поляризации электролюминесценции диодов (P_{EL}) в диапазоне температур от 15 до 300К. При всех прочих равных условиях, максимальное значение P_{EL} получено для стабилизированного ZrO₂. Такой эффект, вероятно, обусловлен снижением спинового рассеяния за счет получения более качественной границы раздела оксид/полупроводник благодаря лучшему совмещению решетки GaAs с кубической решеткой стабилизированного ZrO₂. Аналогично достаточно высокая степень поляризации излучения достигается при использовании оксида магния, но такие диоды обладают низкой стабильностью и быстрой деградируют с течением времени. Вероятно, это обусловлено высокой гигроскопичностью MgO. Эффект значительного повышения P_{EL} также даёт обработка поверхности диода в кислородной плазме перед нанесением Al₂O₃. Наблюдаемое повышение P_{EL} после отжига в парах селена связано с уменьшением скорости спиновой релаксации при инжекции через гетерограницу CoPt/Al₂O₃/Ga₂Se₃/GaAs по сравнению с CoPt/Al₂O₃/GaAs, что обусловлено пассивацией поверхностных состояний образовавшимся слоем Ga₂Se₃. Отметим, что наибольшая стабильность диодов и широкий интервал рабочих токов были характерны для случая прослойки из TiO₂.

Работа выполнена при поддержке проектной части государственного задания Минобрнауки России (№8.1751.2017/ПЧ), гранта Президента РФ (МД-1708.2019.2).

[1] Nishizawa N., Nishibayashi K., Munekata H. // *Appl. Phys. Lett.*, V.104, P.111102 (2014).

[2] Ускова Е.А., Дорохин М.В., Звонков Б.Н. и др. // *Поверхность*, №.2, С.89 (2006).