Зеemanовское и спин-орбитальное расщепления в квантовых ямах HgTe. Роль асимметрии интерфейсов

Миньков Г.М.^{1,2}, Рут О.Э.¹, Шерстобитов А.А.^{1,2}, Алёшкин В.Я.³, Михайлов Н.Н.^{4,5},
Дворецкий С.А.^{4,5}

¹ *Уральский федеральный университет, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19*

² *ИФМ УрО РАН, 620108, Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18*

³ *Институт Физики микроструктур РАН, 603087, Нижний Новгород, ул. Академическая, 7*

⁴ *ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13*

⁵ *Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2*

DOI 10.34077/Semicond2019-485

Спин-зависимые эффекты в транспортных, туннельных, оптических явлениях интересны и важны не только для интерпретации наблюдаемых зависимостей, но и для возможных практических применений. В первую очередь эти эффекты определяются эффективным g-фактором и его анизотропией, а так же спин-орбитальным взаимодействием. Результаты экспериментальных исследований этих эффектов в квантовых ямах на основе бесщелевого полупроводника HgTe к настоящему времени фрагментарны.

В настоящей работе величина и анизотропия g-фактора определялись из анализа зависимостей амплитуды осцилляций Шубникова-де Газа в малых наклонных магнитных полях. Использовались две конфигурации оси вращения относительно магнитного поля: 1) ось вращения лежит в плоскости квантовой ямы и перпендикулярна магнитному полю; 2) ось вращения параллельна нормали квантовой ямы и наклонена относительно магнитного поля на некоторый угол. Исследовались структуры с «нормальным» ($d=4.6$ nm) и «инвертированным» ($d=10$ nm) спектрами, выращенные на подложках с ориентацией (013). Совместный анализ полученных результатов позволил определить величину поперечного g-фактора и зависимость in-plane g-фактора от ориентации in-plane магнитного поля относительно кристаллографических осей. Показано, что в структурах с «инвертированным» спектром анизотропия in-plane g-фактора очень велика: $g_{[0\ 3\ -1]}$ практически равна нулю. В структурах с «нормальным» спектром анизотропия in-plane g-фактора значительно меньше.

Измерения зависимостей биений осцилляций Шубникова де Газа в магнитном поле для различных концентраций электронов, при увеличении напряжения затвора, позволили определить величину спин-орбитального расщепления и его зависимость от концентрации электронов. Такие измерения были проведены в структурах с шириной квантовой ямы от 8.3 до 20 nm. Сопоставление полученных результатов с теоретическими расчетами показывает, что основной вклад в спин-орбитальное расщепление определяется эффектом Бычкова-Рашбы. Вклад асимметрии гетерограниц составляет величину менее 20%.

Работа выполнена при поддержке РФФИ 18-02-00050, в рамках государственного задания Минобрнауки России (тема «Электрон», № АААА-А18-118020190098-5) и Программы повышения конкурентоспособности УрФУ (соглашение № 02. А03.21.0006).