Управление долгоживущей спиновой спиралью

Пошакинский А.В.¹, Passmann F.², Anghel S.², Betz M.², Тарасенко С.А.¹

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

² Технический университет Дортмунда, D-44227, Германия, Дортмунд, Otto-Hahn-Straße, 4a

DOI 10.34077/Semicond2019-280

В полупроводниковых структурах с линейным по волновому вектору спин-орбитальным взаимодействием эволюция неоднородного спинового распределения электронов приводит к возникновению пространственных осцилляций спиновой плотности. Период такой спиновой спирали определяется наибольшей величиной спин-орбитального расщепления на поверхности Ферми, а ее направление – волновым вектором, для которого это расщепление реализуется [1]. Особый интерес представляют квантовые ямы (001), где при близких по величине константах спин-орбитального взаимодействия Рашбы и Дрессельхауза восстанавливается симметрия вращения SU(2) и время жизни спиновой спирали резко возрастает. В данной работе нами изучено экспериментально и теоретически влияние внешних электрического и магнитных полей, а также оптического возбуждения на параметры и эволюцию долгоживущей спиновой спирали в квантовых ямах GaAs и CdTe. Экспериментальные данные находятся в количественном согласии с результатами расчетов в рамках разработанной теории спинового дрейфа и диффузии.

Внешнее магнитное поле, сонаправленное со спин-орбитальным полем долгоживущей спиновой спирали, вызывает ее вращение. На рис. 1 показаны возникающие при этом пространственные и временные осцилляции спиновой плотности. Поворот внешнего поля в плоскости структуры приводит к переключению направления спиновой спирали. По углам наклона спиновых текстур для двух перпендикулярных направлений магнитного поля можно независимо

определить константы спин-орбитального взаимодействия Рашбы и Дрессельхауза [2]. При достаточно больших интенсивностях импульса накачки угол наклона спиновой текстуры оказывается непостоянным, см. пунктирную линию на рис. 1, что свидетельствует о пространственной неоднородности констант спин-орбитального взаимодействия [3]. Большая концентрация фотоэлектронов в центральной области приводит к уменьшению как константы Рашбы вследствие

экранирования структурной асимметрии, так и константы Дрессельхауза в силу ее зависимости от средней энергии электронов. Приложение электрического поля в плоскости квантовой ямы вызывает дрейф спинового распределения и тоже может приводить к переключению направления спиновой спирали. Нами также описано наблюдаемое в эксперименте изменение периода спиновой спирали во внешнем электрическом поле и резкий рост коэффициента спиновой диффузии.

Рис. 1. – Эволюция распределения спиновой плотности в квантовой яме CdTe после ее возбуждения сфокусированным циркулярно поляризованным импульсом накачки.

[1] A.V. Poshakinskiy and S.A. Tarasenko, *Phys. Rev. B* **92**, 045308 (2015).

[2] S. Anghel, F. Passmann, A. Singh, C. Ruppert, A.V. Poshakinskiy, S.A. Tarasenko, J.N. Moore, G. Yusa, T. Mano, T. Noda, X. Li, A.D. Bristow, and M. Betz, *Phys. Rev. B* **97**, 125410 (2018).

[3] F. Passmann, S. Anghel, T. Tischler, A.V. Poshakinskiy, S.A. Tarasenko, G. Karczewski, T. Wojtowicz, A.D. Bristow, and M. Betz, *Phys. Rev. B* **97**, 201413(R) (2018)