

Поверхностные состояния в HgTe квантовой яме и рассеяние на шероховатостях

А. А. Добрецова^{1,2}, Л. С. Брагинский^{1,2}, М. В. Энтин^{1,2}, З. Д. Квон^{1,2},
Н. Н. Михпйлов¹, С. А. Дворецкий¹

¹ИФП СО РАН, пр. Лаврентьева, 13, г. Новосибирск, 630090, Россия

²Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, г. Новосибирск, 630090, Россия

тел.: (383) 330-67-33, эл. почта: DobretsovaAA@gmail.com

Квантовые ямы (КЯ) на основе HgTe в настоящее время относятся к одним из самых интенсивно исследуемых объектов физики двумерных электронных систем (ДЭС). Связано это в первую очередь с уникальным энергетическим спектром ДЭС в HgTe КЯ, обусловленным сильными релятивистскими эффектами и, соответственно, спин-орбитальным взаимодействием. Благодаря этому в последние годы в указанных ямах реализовано несколько новых разновидностей низкоразмерных электронных систем: двумерный топологический изолятор, двумерный полуметалл, двумерные дираковские фермионы.

В данной работе проведено экспериментальное и теоретическое исследование рассеяния электронов на шероховатостях границ широких ($d = 18-22$ нм, d – ширина ямы) HgTe КЯ с инверсным спектром. Согласно работам [1, 2] форма волновой функции в таких ямах зависит от концентрации электронов в ней: если при $k < \pi/d$ (k – волновой вектор электрона) волновая функция локализована в центре ямы, то при $k > \pi/d$ ее максимум начинает смещаться к гетерограницам, причем направление смещения зависит от знака векторного произведения спина электрона на его импульс; то есть, по существу, широкая квантовая яма представляет собой топологический изолятор, аналогичный трехмерному, у которого, однако, в качестве объема фигурирует не трехмерный кристалл, а квантовая яма. Показано, что при концентрациях 2D электронов $N_s > 3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ в ней начинает доминировать рассеяние на шероховатостях ямы. Построена теория рассеяния электронов на этих шероховатостях, учитывающая описанную выше перестройку электронного спектра в яме, и проведено детальное сравнение теории с экспериментальными данными. Получено хорошее количественное согласие развитой теории с экспериментом и на основе этого сделан вывод о существовании поверхностных состояний на границах широкой ($d \approx 20$ нм) HgTe квантовой ямы при больших N_s . В заключение отметим, что использованные в качестве параметров подгонки характерные высота ($h \approx 1.5 \text{ \AA}$) и длина (10–20 нм) неровностей, по порядку величины согласуются с характерными размерами шероховатостей, полученными для квантовых ям на основе гетероперехода AlGaAs / GaAs [3].

Литература

- [1] М. И. Дьяконов, А. В. Хасцкий, ЖЭТФ **82**, 1584 (1982).
- [2] L. G. Gerchikov and A. V. Subashiev, Phys.Stat.Sol. **160**, 443 (1990).
- [3] H. Sakaki, T. Noda, K. Hirakawa, M. Tanaka, and T. Matsusue, Appl. Phys. Lett. **51**, 1934 (1987).