

Полупроводниковый спин-детектор с пространственным разрешением

В.А. Голяшов^{1,2}, А.А. Родионов¹, И.Б. Чистохин¹, А.С. Ярошевич¹, Т.С. Шамирзаев^{1,2}, И.А. Дербезов¹, В.А. Гайслер^{1,2,3}, А.К. Бакаров^{1,2}, Д.В. Дмитриев¹, А.И. Торопов¹, И.И. Мараховка⁴, А.В. Коптилов⁴, Н.В. Кислых⁴, В.В. Аксенов⁴, О.Е. Терещенко^{1,2*}

1 Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск, 630090.

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

3 Новосибирский государственный технический университет, пр. К. Маркса, 20, г.Новосибирск, 630092.

4 ЗАО «ЭКРАН-ФЭП», ул. Зеленая горка, д.1, Новосибирск, 630060.

*teresh@isp.nsc.ru

Методом поляризованной катодолюминесценции (КЛ) изучена фотоэмиссия и инжекция спин-поляризованных электронов в вакуумных фотодиодах, в которых источником спин-поляризованных электронов являлся GaAs с эффективным отрицательным электронным сродством (ЭОЭС), а детектором – гетероструктура AlGaAs/GaAs/AlGaAs с квантовыми ямами (КЯ), также активированная до состояния с ЭОЭС. Показано, что зависимость поляризации КЛ от энергии инжектируемых электронов в интервале 0.5 – 4 эВ удовлетворительно описывается релаксацией спина в гетероструктуре по механизму Дьяконова-Переля. В области низких кинетических энергий 0.5 – 0.65 эВ степень поляризации КЛ была максимальной и не зависела от энергии электронов, что, по-видимому, связано с прямым туннелированием электронов в КЯ. Получена асимметрия 0.15, близкая к теоретической оценке. Впервые измерено латеральное распределение поляризации электронов в пучке методом поляризованной катодолюминесценции с пространственным разрешением.

Введение

Изучение инжекции свободных низкоэнергетических спин-поляризованных электронов в полупроводниковые структуры остается сложной технической задачей. Решение данной задачи может позволить создать спин-детектор свободных электронов с пространственным разрешением для использования в современных энергоанализаторах электронов, в частности в методе фотоэмиссии с угловым разрешением. Предлагаемый тип спин-детектора позволяет измерять три компоненты проекции спина: две компоненты спина в плоскости поверхности, используя тонкий ферромагнитный слой на полупроводнике в качестве спин-фильтра [1, 2], и нормальную компоненту, измеряя поляризацию катодолюминесценции (КЛ). Наиболее простым решением видится изучение инжекции спин-поляризованных электронов в вакуумных фотодиодах, в которых источником спин-поляризованных электронов является GaAs с эффективным отрицательным электронным сродством, а детектором – гетероструктура с квантовыми ямами.

Целью работы является изучение эмиссии и инжекции свободных спин-поляризованных электронов в гетероструктурах A^3B^5 с КЯ методом поляризованной катодолюминесценции.

Методика эксперимента

Для экспериментов были изготовлены вакуумные фотодиоды, состоящие из GaAs-фотокатода на стекле и гетероструктуры AlGaAs/GaAs/AlGaAs с тремя КЯ GaAs, также на стекле, в качестве анода, герметично и плоскопараллельно закрепленных на противоположных торцах цилиндрического алюмооксидного корпуса. Диаметры катода и анода составляли 18 мм, с промежутком между электродами 1 мм. Зонная диаграмма контакта двух полупроводниковых электродов с ЭОЭС и схема вакуумного диода представлены на рис. 1.

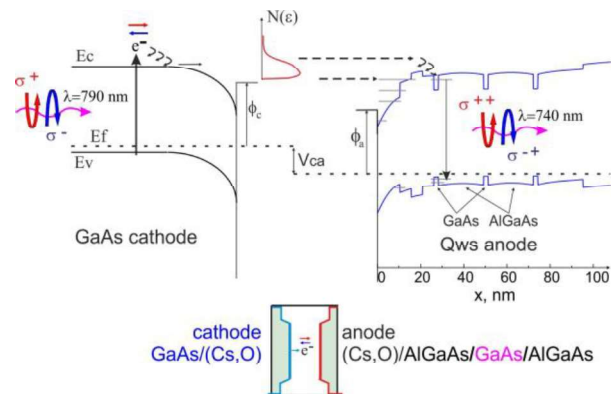


Рис. 1. Зонная диаграмма контакта двух полупроводниковых электродов с ЭОЭС и схема вакуумного диода