

**XI Конференция и X Школа молодых ученых
и специалистов по актуальным проблемам физики,
материаловедения, технологии и диагностики кремния,
нанометровых структур и приборов на его основе**

КРЕМНИЙ 2016

12-15 сентября 2016 г., Новосибирск

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Температурные спектры проводимости гетероструктур Ge/Si с квантовыми точками Ge

А.А. Пищагин¹), В.Ю. Серохвостов¹), А.В. Войцеховский¹), А.П. Коханенко¹),
А.И. Никифоров²), В.А. Тимофеев²).

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, 634050, пр. Ленина 36*

² *ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, ак. Лаврентьева 13
тел: +7 (3822) 413-517, , эл. почта: apishch@gmail.com*

В последние годы усилился интерес к фотоэлектрическим свойствам гетероструктур Ge/Si (прежде всего, в спектральной области ближнего инфракрасного диапазона 1,3 – 1,55 мкм), связанный с расширением рабочего спектрального диапазона фотодетекторов на базе Si в инфракрасную область. Интенсивно разрабатываются новые типы фотодетекторов на основе кремний-германиевых низкоразмерных гетероструктур с использованием внутривозонных и межвозонных переходов в этих материалах вплоть до комнатной температуры [1,2].

В настоящее время идет поиск новых и пересмотр существующих традиционных методов диагностики полупроводниковых гетероструктур и приборов на их основе. Динамические методы спектроскопии адмиттанса используются для исследования глубоких уровней в запрещенной зоне полупроводника или уровней размерного квантования [3]. Большое количество статей посвящено исследованию методами спектроскопии адмиттанса квантово-размерных структур с барьерами Шоттки. Однако для таких устройств, как фотоэлементы, широко используются р-и-п структуры. Эта работа является одной из первых, в которой представлена возможность изучения р-и-п структур на основе Si с квантовыми точками Ge с помощью методов адмиттансной спектроскопии.

Образцы с квантовыми точками, результаты измерений которых обсуждаются в данной работе, представляют собой р-и-п структур с квантовыми точками Ge в собственной области изготовленные в ИФП СО РАН. Образцы типа 1 содержат в i-области 30 слоев квантовых точек Ge толщиной по 6 монослоев, разделенных 5 нм слоями Si. В образцах типа 2 через каждые 10 слоев квантовых точек дополнительно нанесен слой Si толщиной 100 нм.

Для исследуемых структур строились температурные спектры проводимости G-T при разных частотах вынуждающего сигнала и напряжения смещения. В некоторых температурных спектрах проводимости образцов типа 2 наблюдается два максимума. Второй максимум наблюдается только при положительных смещениях при более высоких температурах и наиболее ярко выражен при низких частотах, в то время как первый максимум наблюдается и при отрицательных смещениях. Для обоих образцов была рассчитана энергия активации для первого второго максимума проводимости. Для первого пика энергия активации не зависит от приложенного напряжения и составляет 46 ± 4 мэВ для образцов 1 и 2 типа соответственно. Рассчитанная энергия активации для второго пика при напряжении смещения 1 В составила 65 ± 10 мэВ, при напряжении смещения 2 В составила 165 ± 30 мэВ.

Можно сделать предположение, что проявляющийся в исследованной нами структуре дискретный энергетический уровень с энергией активации ~ 45 -50 мэВ, соответствующий первому пику температурной зависимости проводимости не связан с размерным квантованием в наноструктурах. Второй пик температурной зависимости проводимости обнаружен при напряжениях смещения 1 В и 2 В. Этот пик уширен и, вероятно, соответствует не одному дискретному уровню, а системе близко лежащих уровней, что связано с неоднородностью таких параметров квантовых точек как их латеральные размеры и высота, форма и плотность в массиве.

Литература

1. K. A. Lozovoy et al. // Opto-Electronics Review. 2014. V. 22, No. 3. P. 6-12.
2. A.I. Yakimov // Optoelectron., Instrum. and Data Process. 2013. V. 49, No. 5. P. 467– 475.
3. В.И. Зубков Диагностика полупроводниковых наногетероструктур методами спектроскопии адмиттанса. СПб.: Элмор, 2007. 220 с.