

Фотопроводимость низкоразмерных Si/Ge структур без поверхностного слоя Si

О. А. Шегай^{1,*}, В. И. Машанов¹, А. Р. Туктамышев^{1,2}, Н.-Н. Cheng³

¹ Институт физики полупроводников СО РАН, пр. Лаврентьева, 13, Новосибирск, 630090.

² Новосибирский государственный университет, Университетский пр., 2, Новосибирск, 630090.

³ Center for Condensed Matter Sciences and Graduate Institute of Electronic Engineering, National Taiwan University, Taipei 106.

*shagai@isp.nsc.ru

Сообщается об обнаружении ступенчатой фотопроводимости (ФП) Si/Ge-структур, содержащих самоорганизующиеся квантовые точки (КТ) и квантовые кольца (КК) на поверхности Si, не закрытых поверхностным слоем Si, в зависимости от интенсивности межзонной подсветки при низких температурах. Наличие КТ и КК подтверждается структурными исследованиями на атомно-силовом микроскопе. Проведено сравнение с ФП Si/Ge-структур, закрытых поверхностным слоем Si.

Введение

Обычно для изучения оптических и электрических свойств Si/Ge-структур с самоорганизующимися Ge КТ используются структуры с защитным поверхностным слоем Si [1]. С одной стороны, это делается для предотвращения окисления КТ, а с другой – для уменьшения влияния поверхности из-за высокой степени рекомбинации носителей заряда вблизи нее. В данной работе сообщается об обнаружении ступенчатой фотопроводимости (ФП) Si/Ge-структур, содержащих самоорганизующиеся КТ и КК на поверхности Si, не закрытых поверхностным слоем Si, в зависимости от интенсивности межзонной подсветки при низких температурах.

Результаты и их обсуждение

Структуры, исследуемые в работе, были получены методом молекулярно-лучевой эпитаксии, и более подробно их рост описан в [1]. На подложке Si (100) сначала выращивался буферный слой Si толщиной 30 нм при 700 °С, затем – слой Ge различной толщины и температуры роста (0.75 ÷ 0.84 нм при

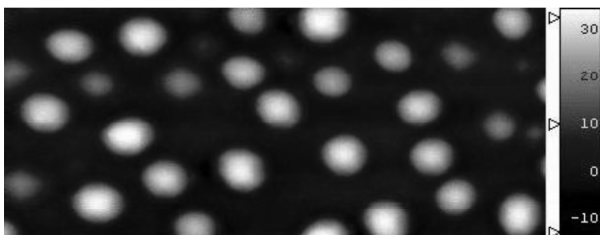


Рисунок 1. АСМ-изображение Si/Ge-структуры №569 с КТ, толщина слоя Ge – 0.84 нм, температура роста слоя Ge 680 °С, размер скана 850 × 2000 нм²

640 ÷ 680 °С). На рис.1 показан скан Si/Ge-структуры (№ 569) с КТ (температура роста Ge слоя 680 °С, толщина – 0.84 нм), полученный методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Средний размер КТ составляет приблизительно 140 нм, а их плотность – $1.75 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$. Аналогичные измерения для Si/Ge-структуры с КК, выращенной при тех же условиях роста, дали 250 нм (400 нм) при концентрации $6 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$ ($7 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2}$) для КТ и (КК) соответственно.

На рис.2 показана ФП Si/Ge-структуры с КТ с такими же параметрами роста, как и для структуры на рис.1, в зависимости от интенсивности межзонной подсветки для тянущих полей в диапазоне

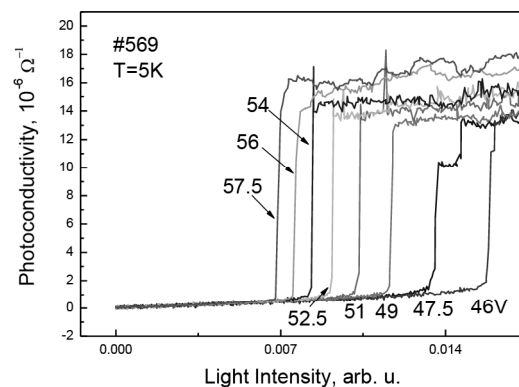


Рисунок2. Зависимость ФП Si/Ge-структуры №569 с КТ без поверхностного слоя Si от интенсивности межзонной подсветки при 5 К и в тянущем поле в диапазоне 46 ÷ 57.5 В

46 ÷ 57.5 В, при 5 К. Так же как для структур с поверхностным слоем Si [1], здесь наблюдается ступенчатая ФП. Амплитуда ступенек ФП имеет срав-