Фотолюминесценция SiSnGe гетероструктур

В.А. Володин^{1,2)}, В.А. Тимофеев¹⁾, М.П. Синюков¹⁾, А.И. Никифоров¹⁾

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

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

тел: +7 (383) 333-2470, факс: +7 (383) 333-2771, эл. почта: volodin@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-75

Интерес к твёрдым растворам SiGeSn связан с тем, что управляя составом можно управлять их зонной структурой, и есть предположения, что в таких твёрдых растворах можно достичь прямозонной структуры и получить эффективные излучатели инфракрасного (ИК) диапазона [1].

Гетероструктуры Si/Si_(1-x)Sn_x и твёрдые растворы SiGeSn были выращены на подложке Si (001) в условиях сверхвысокого вакуума 10⁻⁷-10⁻⁸ Па на установке молекулярно-лучевой эпитаксии “Катунь С”. Сначала осуществлялся рост буферного слоя кремния толщиной 150 нм при температуре 700°C, затем происходил рост гетероструктур. Состав слоёв и толщины слоёв в гетероструктурах варьировались, содержание олова в твёрдых растворах SiSn варьировалось от 10% (образец 1) до 25% (образец 2, см. рисунок).

Многослойные гетероструктуры Si/Si_(1-x)Sn_x а также твёрдые растворы SiSnGe были исследованы с применением спектроскопии комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции. В спектрах комбинационного рассеяния света гетероструктур Si/Si_(1-x)Sn_x обнаружены пики, соответствующие колебаниям связей Si-Sn, а также Sn-Sn, последнее позволяет предположить, что в гетероструктурах присутствуют нанокристаллы олова. В спектрах твёрдых растворов SiGeSn были обнаружены пики, соответствующие колебаниям связей Sn-Sn, Si-Sn, Ge-Si, и Ge-Sn.

Спектры фотолюминесценции измеряли с использованием мультисканального детектора на основе матрицы InGaAs-диодов. Длинноволновый край порога чувствительности составлял 2100 нм, корректировки спектров на чувствительность детектора не проводилось. При низких температурах в гетероструктурах Si/Si_(1-x)Sn_x наблюдались две полосы фотолюминесценции – 0.75 эВ (1650 нм) и 0.65 эВ (1900 нм), первую можно связать с оптическими переходами в квантовых ямах в гетероструктуре второго рода Si/Si_(1-x)Sn_x, а вторую с экситонами, локализованными в

нанокристаллах олова (см. рисунок). В твёрдых растворах SiGeSn также была обнаружена фотолюминесценция в ИК диапазоне при низких температурах.

Авторы благодарны В.И. Машанову за помощь при росте образцов. Работа выполнена: в части роста образцов при поддержке РФФИ, гранты № 16-32-60005 – мол_а_дк, 18-42-540018 р_а, 16-29-03292 офи_м; в части исследования методом спектроскопии комбинационного рассеяния света и фотолюминесценции по государственному заданию - Программа фундаментальных исследований ИФП СО РАН № 0306-2016-0015. В.А. Володин благодарен M.Vergnat и M.Stoffel (Université de Lorraine) за помощь в регистрации спектров фотолюминесценции.

Литература

- [1] S. Wirths, R. Geiger, N. von den Driesch et. al., // Nature Photonics. 2015. V.9. P. 88-93.
- [2] В.А.Володин и др. // Письма в ЖЭТФ. 2019. Т.109, вып.6. С.235-239.