Использование Sn в качестве катализатора роста бездислокационных наноструктур SiSn

В.А. Тимофеев¹⁾, В.И. Машанов¹⁾, А.И. Никифоров^{1,2)}, Т.А. Гаврилова¹⁾, Д.В. Гуляев¹⁾, И.А. Четырин³⁾, С.А. Тийс¹⁾, А.К. Гутаковский¹⁾

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

² Томский государственный университет, Томск, 634050, пр. Ленина 36

³ Институт катализа имени Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева 5
тел: +7 (383) 330-7934, эл. почта: Vyacheslav.t@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-116

Интерес к классу материалов Si-Ge-Sn значительно возрос в последние годы в связи с возможностью реализации прямозонного материала и монокристаллической интеграции электронных и фотонных устройств на едином кремниевом кристалле [1, 2]. Большинство исследований направлены на создание структур на основе GeSn и GeSiSn. Тем не менее, SiSn также является важным материалом для кремниевой фотоники.

Наши исследования были посвящены изучению влияния Sn на образование твердого раствора SiSn на подложке Si(100) методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Вначале на поверхности Si формировалась пленка Sn различной толщины, а затем отжигалась для создания массива островков Sn, которые использовались в качестве катализаторов роста островков SiSn с кремниевыми пьедесталами. Основным методом контроля морфологии и структуры поверхности была дифракция быстрых электронов. Морфологию пленки, включая островки Sn и островки SiSn с пьедесталами, анализировали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и сканирующей туннельной микроскопии. Элементный состав исследовали методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, встроенной в систему СЭМ, и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС). Оптические свойства образцов изучали методом спектроскопии фотолюминесценции (ФЛ).

Рисунок. Спектры фотолюминесценции от образца, содержащего островки Sn (1), от образца, включающего сверхрешетку (2) с гетеропереходом Si/Si_{0.75}Sn_{0.25}, и от образца с островками SiSn (3).

Массив островков SiSn с кремниевым пьедесталом на подложке Si(100) получен методом молекулярно-лучевой эпитаксии по механизму пар-жидкость-кристалл (ПЖК) [3]. Образование твердого раствора SiSn в островках было подтверждено методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и РФС. Уникальность этих структур заключается в отсутствии каких-либо дислокаций и дефектов. Кроме того, они продемонстрировали интенсивную фотолюминесценцию в ближней инфракрасной (ИК) области 1,3-1,7 мкм (рисунок). Эти структуры показывают фотолюминесценцию, которая больше, чем сигнал фотолюминесценции от многослойных периодических структур (кривая 2 на рисунке), включая псевдоморфные слои SiSn и полученные нами ранее.

Литература

- [1] T. R. Harris et al. // J. Appl. Phys. 2016. V.120, P.085706.
- [2] S. Assali et al. // Nano Letters. 2017. V. 17, P.1538.
- [3] Е.И. Гиваргизов. Рост нитевидных и пластинчатых кристаллов из пара // М.: Наука. 1977. С. 303.