

## Влияние Sn на рост псевдоморфных слоев GeSiSn

Туктамышев Артур Раисович

Тимофеев Вячеслав Алексеевич, Никифоров Александр Иванович,

Машанов Владимир Иванович, Есин Михаил Юрьевич

Институт физики полупроводников СО РАН

Никифоров Александр Иванович, к.ф.-м.н.

[tuktamyshev@isp.nsc.ru](mailto:tuktamyshev@isp.nsc.ru)

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к синтезу пленок на базе материалов Ge-Si-Sn, главным образом, методами молекулярно-лучевой (МЛЭ) и газофазной эпитаксии (ГФЭ). Соединения GeSn, GeSiSn привлекают внимание в связи с возможным применением в КМОП-технологиях, а также фотонике и оптоэлектронике [1]. Интерес к наноструктурам GeSiSn связан с возможностью получения прямозонных материалов на основе этих соединений, совместимых с кремниевой технологией. Тройные соединения Si-Ge-Sn обладают независимой регулировкой ширины запрещенной зоны и параметра постоянной решетки. Это получено впервые в полупроводниках IV группы и может быть использовано для создания приборов на основе квантовых ям и квантовых точек [2]. Для получения наноструктур с требуемыми характеристиками требуется детальный анализ всех стадий роста тонких пленок GeSiSn в широком диапазоне составов, а также изучение влияния Sn на морфологию поверхности, форму и распределение наноструктур, образующихся при гетероэпитаксиальном росте соединений GeSiSn на Si(100).

Эпитаксиальный рост тройных соединений SiGeSn осложнен рассогласованием в постоянной решетки между Sn и Ge (15%) и между Sn и Si (19%), маленькой равновесной растворимостью Sn в Ge и Si (<1%), а также тенденцией к поверхностной сегрегации Sn [3].

Ранее были получены данные о начальных стадиях роста тройных соединений Si-Ge-Sn на Si(100) в широком диапазоне температур и составов. Получены температурные зависимости критической толщины 2D-3D перехода для этих тройных соединений [4]. На основе этих данных были выращены многопериодные структуры Si/GeSiSn на Si(100) для исследования оптических и электронных свойств. При помощи *in situ* методики ДБЭ во время роста этих гетероструктур на поверхности наблюдались различные сверхструктуры, такие как (2x1), (2xN), (5x1), (6x4), (4x4). Появление различных реконструкций поверхности говорит о различном влиянии Sn на рост гетероструктур при изменении состава и температуры роста.

Для доказательства сегрегации олова на поверхность при росте многопериодных гетероструктур Si/GeSiSn на подложках Si(100) было выращено чистое Sn до толщины 1,5 монослоя. При различных толщинах и температурах отжига наблюдались сверхструктуры: (2x1), (2xN), (5x1), c(4x2), (4x4), (6x4), (8x4).

Таким образом, появление и исчезновение различных реконструкций на поверхности во время роста тонких пленок SiGeSn может говорить о качестве поверхности и подсказать выбор оптимальных ростовых параметров, таких как температура роста, состав тройного соединения и количество периодов многопериодной гетероструктуры.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 14-29-07153 офи\_м, № 16-32-00039 мол\_а.

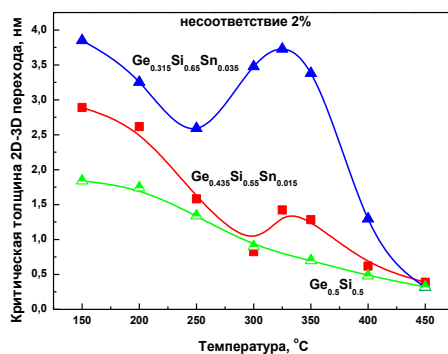


рис.1. Температурная зависимость критической толщины 2D-3D перехода при эпитаксии GeSiSn на Si(100).

Список публикаций:

- [1] Gupta S. et al. // *IEEE Electron Device Lett.* 2013. V 34. P. 831.
- [2] Kouvetakis J. et al. // *Ann. Rev. Mater. Res.* 2006. V. 36. P. 497.
- [3] Gurdal O. // *J. Appl. Phys.* 1998. V. 83. P. 162.
- [4] Туктамышев А. Р. и др. // *ФТП.* 2015. Т.49. № 12. С. 1636.