

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XIV Российская конференция по физике полупроводников

9-13 сентября 2019 г., Новосибирск

ЧАСТЬ I

Новосибирск 2019

Расчёт профилей состава квантовых структур (HgTe-Hg_{1-x}Cd_xTe)_n в процессе их роста методом *in situ* эллипсометрии

Швец В.А.^{1,2}, Дворецкий С.А.^{1,3}, Михайлов Н.Н.^{1,2}, Икусов Д.Г.¹, Ужаков И.Н.¹

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

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

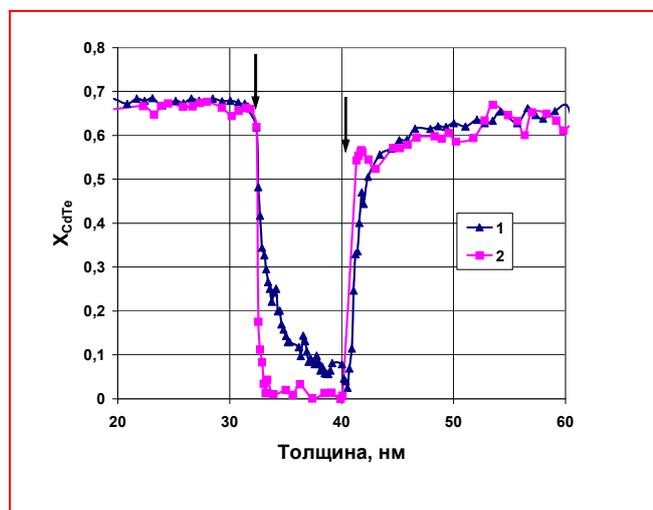
³ Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Томск, пр. Ленина, 36

DOI 10.34077/Semicond2019-189

Множественные квантовые ямы (КЯ) на основе соединения Hg_{1-x}Cd_xTe (КРТ) – перспективные структуры для создания как излучающих устройств, так и фотоприемников среднего и дальнего (сверхдального) ИК диапазона. Для воспроизводимого выращивания КЯ с заданными оптическими свойствами необходим прецизионный контроль толщин слоев и распределения состава в них. В качестве метода контроля нами успешно используется *in situ* одноволновая эллипсометрия ($\lambda=632.8$ нм) с высоким быстродействием. В наших предыдущих исследованиях было показано [1], что зависимости эллипсометрических параметров, измеренные в процессе роста, качественно характеризуют распределение состава на границах широкозонного слоя и КЯ.

В продолжение этих исследований нами разработан и экспериментально реализован эллипсометрический метод расчёта профиля состава в таких структурах. Он основан на разбиении исследуемого участка структуры на тонкие слои (~0.5 нм) с последующим определением состава каждого такого слоя путём решения обратной задачи. Обратная задача решалась в предположении известной толщины слоя, которая определялась по скорости его роста. Для этого перед ростом активной части структуры в широкозонной обкладке создавалась ступенька состава ($\delta X_{CdTe} \leq 0,1$), которая приводила к интерференционным колебаниям эллипсометрических параметров и позволяла провести прецизионную калибровку скорости роста. Применяя метод эффективной подложки и используя измерения в начале и в конце роста слоя определялись его оптические постоянные и состав.

С учётом малости толщин слоёв $d_i/\lambda \ll 1$, обратная задача решалась в приближении Друде. В результате разложения основного уравнения эллипсометрии по малому параметру получается квадратное уравнение относительно комплексного показателя преломления *i*-го слоя. Это позволяет рассчитать состав аналитически, без привлечения поисковых методов, что повышает надёжность решения и делает возможным реализацию предложенного алгоритма в режиме реального времени. Численным моделированием установлено, что точность определения состава в области дна КЯ не хуже ± 0.005 при пространственном разрешении ~0.5 нм.



На рисунке показано распределение состава в отдельных КЯ практически одинаковой толщины для двух выращенных структур. Стрелками отмечены моменты открытия и закрытия заслонок. На рисунке хорошо видно, что для одной КЯ имеет место резкое, почти ступенчатое изменение состава, в то время как для другой – монотонное его изменение как при открытии, так и при закрытии заслонки. Эти отличия связаны с различными режимами работы источника потока кадмия.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект №18-29-20053).

[1] Михайлов Н.Н. и др. XIII Российская конференция по физике полупроводников. Тезисы докладов. Екатеринбург, 2017, с. 82.