Возможности характеристики кристаллических параметров подложечного материала и структур $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ методом генерации на отражение второй гармоники зондирующего излучения

Ступак М.Ф.^{1,2}, Михайлов Н.Н.^{2,3}, Дворецкий С.А.^{3,4}, Якушев М.В.³, Икусов Д.Г.³
Макаров С.Н.¹, Елесин А.Г.¹, Верхогляд А.Г.¹

¹ КТИ НП СО РАН, Новосибирск, 630058, Русская, 41

² НГУ, Новосибирск, 630090, Пирогова, 2

³ ИФП СО РАН, Новосибирск, 630090, пр. Акад. Лаврентьева, 13

⁴ НИ ТГУ, 634050, Томск, пр. Ленина, 36

DOI 10.34077/Semicond2019-182

Представлены сравнительные результаты численного моделирования и эксперимента при регистрации азимутальных угловых зависимостей сигнала отраженной от структур $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ и подложек GaAs второй гармоники при нормальном падении на образец зондирующего лазерного излучения и азимутальном вращении плоскости его поляризации. Оценены возможности получения количественной и качественной информации о кристаллическом совершенстве и ориентации слоев $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ и подложек GaAs.

Основные результаты

Метод генерации второй гармоники (ВГ) [1-3] является одним из наиболее эффективных, экспрессных методов неразрушающего оптического контроля структурных свойств приповерхностных слоев кристаллов класса $\bar{4}3m$. Он чувствителен как к изменениям на границе раздела различных сред, так и к фазово-структурным свойствам приповерхностного слоя. Для сравнения экспериментальных результатов с расчетными использовалось численное моделирование азимутальных зависимостей ВГ для конкретной ориентации идеального кристалла.

Были проведены исследования подложек GaAs, буферных слоев $\text{CdTe}/\text{ZnTe}/\text{GaAs}$ и $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}/\text{ZnTe}/\text{GaAs}(\text{Si})$, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии на установке “Объ-М”. Толщины буферных слоев $d_{\text{ZnTe}} \approx 30$ нм и $d_{\text{CdTe}} \approx 5,5$ мкм. Слои КРТ были варизонными на гетерограницах с плавно изменяющимся составом X_{CdTe} от 0,45 до рабочего 0,22: толщина $d_{\text{варн}} \approx 1,5$ мкм, толщина рабочего состава $d_{\text{КРТ}} \approx 6$ мкм и от рабочего слоя к поверхности $d_{\text{варв}} \approx 0,5$ мкм. Проведен сравнительный анализ результатов численного моделирования с большим числом экспериментальных данных, полученных при регистрации азимутальных угловых зависимостей сигнала отраженной (см., например, Рис. 1) второй гармоники при нормальном падении на различные образцы подложек и структур $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ зондирующего лазерного излучения, локализованного по апертуре ~ 200 мкм.

Показана возможность получения экспрессной количественной информации о реальной ориентации структуры с погрешностью не более градуса, об относительной плотности дефектов в однотипных структурах и качественной информации о наличии локальных напряжений и о кристаллическом совершенстве исследуемых слоев.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект №18-29-20053) и проекта №0306-2018-0010.

[1] Ахманов С.А., Емельянов В.И., Коротеев Н.И., Семиногов В.В., УФ, №147, С.675, (1985).

[2] V.V. Balaniuk, S.L. Musher, A.M. Rubenchik, V.E. Ryabchenko, M.F. Stupak, S.A. Dvoretiskii, V.I. Liberman, A.A. Fedorov, V.S. Syskin, MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, **B44**, P.168-172, (1997).

[3] И.Д. Бурлаков, А.В. Демин и др., Измерительная техника, №6, С.15-17, (2010).

Рис.1. – Экспериментальная (пунктир) и расчетная азимутальные зависимости s - s сигнала второй гармоники в напряженной подложке GaAs (013).