Эллипсометрический метод бесконтактного *in situ* контроля температуры в процессах МЛЭ КРТ

Д.В. Марин¹⁾, И.А.Азаров^{1,2)}, В.А.Швец^{1,2)}, С.В. Рыхлицкий¹⁾, М.В. Якушев¹⁾, Е.В. Спесивцев¹⁾

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

²⁾ НГУ, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2

тел: +7 (383) 330-5501, факс: +7(383)333-27-71, эл. почта: marin@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-26

Ключевым параметром, определяющим качество получаемых структур в методе молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), является температура подложки. Существуют различные методы контроля температуры в условиях низкотемпературного синтеза МЛЭ, но каждый из них имеет свои ограничения [1, 2], и они не решают полностью поставленную задачу. Сделанные нами ранее оценки возможности лазерной эллипсометрии для контроля температуры показали, что точность метода составляет 20-30°C и не удовлетворяет требованиям технологии [2].

В данной работе предложен метод *in situ* контроля предростовой температуры CdTe на основе спектральной эллипсометрии, чувствительность которого на порядок превышает приведённую выше оценку. Для этого нами разработан, изготовлен и смонтирован на модуль роста КРТ спектральный эллипсометр ($\lambda=350-1100$ нм), конструкция которого оптимизирована под геометрию используемой вакуумной камеры.

Для измерения температуры используются характеристики спектров $\Psi(\lambda)$ и $\Delta(\lambda)$ вблизи критических точек зонной структуры CdTe, соответствующих краю поглощения E_0 ($\lambda_{0(300\text{ K})} \approx 830$ нм) и межзонному переходу E_1 ($\lambda_{1(300\text{ K})} \approx 370$ нм). Вблизи E_0 появляются интерференционные осцилляции Ψ и Δ , а вблизи E_1 наблюдается максимум в спектре $\Psi(\lambda)$. Спектральное положение критических точек зависит от температуры. Проведённая нами предварительно *ex-situ* калибровка на образцах CdTe показала, что чувствительность составляет 0.22 нм/°C для E_0 и 0.067 нм/°C для E_1 . Предложен метод определения E_0 по затуханию амплитуд интерференционных осцилляций, который позволяет находить значение λ_0 с точностью 0.5 нм, что соответствует точности определения температуры 3°C.

На рисунках показаны фрагменты спектров $\Psi(\lambda)$ вблизи указанных критических точек, измеренные *in situ*: при комнатной температуре (T_1), при температуре отжига подложки (T_3) и перед началом эпитаксиального роста КРТ (T_2). На вставках приведены спектральные положения максимумов Ψ и начала интерференционных осцилляций. Амплитуды интерференционных осцилляций показаны жирными точками. Наблюдается корреляция температурных изменений спектров в УФ и ИК областях.

Литература

- [1] А.Н. Магунов, Лазерная термометрия твердых тел, Физматлит, М., 2002
- [2] И.А. Азаров и др. Фотоника 2017. Тез. Докладов, Новосибирск, с. 119.