Экспериментальное определение уровней размерного квантования в структурах на основе квантовых ям твердых растворов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

В.Г. Ремесник¹⁾, Н.Н. Михайлов^{1,2)}, С.А. Дворецкий^{1,3)}, И.Н. Ужаков¹⁾

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

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

³ Национальный исследовательский Томский государственный университет,

634050, Томск, пр. Ленина, 36

тел.: +7 (383) 330-9923, факс: +7(383) 330-4967, эл. почта: remesnik@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-50

Перспективный материал на основе множественных квантовых ям (КЯ) твердых растворов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ может использоваться для создания как источников стимулированного излучения, так и фотоприемников, работающих в средневолновой и длинноволновой области ИК диапазона. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии с *in situ* эллипсометрическим контролем позволяет воспроизводимо выращивать такие структуры. С использованием метода “эффективной” подложки можно восстановить профиль распределения состава в квантовых ямах. Однако определение уровней размерного квантования, которые определяют оптические и электрофизические свойства таких структур до сих пор остается не решенной задачей

В работе предложены методики определения положения уровней размерного квантования в множественных КЯ, основанные на измерении спектров оптического поглощения $D(\lambda)=\lg(1/(T+R))$ и спектров продольной фотопроводимости $F(\lambda)$ в диапазоне температур $T=77 \div 298\text{K}$.

В качестве примера на рис. 1а показано оптическое поглощение для структуры с 10-ю КЯ с толщиной 9,4 нм ($X_{\text{обкладки}}=0,65$ $x_{\text{ям}}=0,05$). Видно, что с возрастанием энергии оптическая плотность имеет ступеньки, что определяется положением квантовых уровней, которые зависят от толщины КЯ. Аналогичная картина наблюдается и для спектров фотопроводимости.

На рис.1б показаны спектры $F(T)$ при двух температурах и их отношение $F(-120\text{C})/F(-140\text{C})$, позволяющее определять положение уровней без влияния интерференции. На рис.1с показано смещение этих уровней с температурой.

Приводятся зависимости энергетического положения уровней для широкого набора HgTe КЯ с толщинами от 2,7 до 11 нм при $T=77\text{K}$ и $T=298\text{K}$. Показано, что зависимость от толщины носит характер $E \sim 1/d$. Так же представлены результаты для КЯ с молярным содержанием теллурида кадмия $X \approx 0,3$. Экспериментальные данные показывают, что положение уровней определяется как энергетическим барьером между ямами ($X_{\text{обкладки}}$) и толщиной ям d , так

и молярным содержанием теллурида кадмия в ямах $x_{\text{ямы}}$.

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