Определение уровней размерного квантования в структурах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}/\text{HgTe}/\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

Ремесник В.Г.¹, Михайлов Н.Н.^{1,2}, Дворецкий С.А.^{1,3}, Ужаков И.Н.¹, Алешкин В.Я.⁴

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 13

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

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

⁴ Институт физики микроструктур РАН, 607680, ул. Академическая, д. 7, Нижний Новгород

DOI 10.34077/Semicond2019-177

Множественные квантовых ям (КЯ) твердых растворов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ – перспективный материал 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. Определение уровней размерного квантования в температурном интервале 77÷298 К, которые определяют оптические и электрофизические свойства таких структур до сих пор остается не решенной задачей.

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 $T=77 \div 298\text{К}$.

На рис. 1а показано оптическое поглощение для структуры с 10-ю КЯ с толщиной 9,4 нм ($X_{\text{обкл.}}=0,65$, $X_{\text{КЯ}}=0,05$). Видно, что с возрастанием энергии оптическая плотность имеет ряд плато, связанные с уровнями размерного квантования. Аналогичная картина наблюдается и для спектров фотопроводимости.

На рис.1б показаны спектры фотопроводимости $F(T)$ при двух температурах и их отношение $F(-140\text{C})/F(-160\text{C})$, позволяющее определять положение уровней без влияния интерференции. Стрелками показаны уровни энергии переходов, связанные с уровнями размерного квантования в HgTe КЯ.

Приводятся экспериментальные зависимости энергетического положения уровней в HgTe КЯ от толщины (d) в интервале 2,7÷14 нм и сравнение с теоретическими расчетами, проведенными с использованием гамильтониана Кейна 8×8 в качестве оператора кинетической энергии в температурном интервале $T=77 \div 298\text{К}$. Показано, что зависимость от толщины носит характер $E \sim 1/d$. Так же представлены результаты для КЯ с молярным содержанием теллурида кадмия $X \approx 0 \div 0.3$. Экспериментальные результаты показывают, что положение уровней определяется как энергетическим барьером между ямами ($X_{\text{обкл.}}$) 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).