Влияние акцепторных центров на терагерцовую фотолуминесценцию в гетероструктурах с КЯ $\text{HgTe}/\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$

Козлов Д.В.^{1,2}, Румянцев В.В.^{1,2}, Фадеев М.А.¹, Варавин В.С.³, Михайлов Н.Н.^{3,4},
Дворецкий С.А.^{3,4}, Гавриленко В.И.^{1,2}, Терре F.⁵ и Морозов С.В.^{1,2}

¹ *Институт физики микроструктур РАН, Нижний Новгород.*

² *Нижегородской государственной университет им. Лобачевского, Нижний Новгород.*

³ *Институт физики полупроводников СО РАН, Новосибирск.*

⁴ *Новосибирский государственный университет, Новосибирск.*

⁵ *Laboratoire Charles Coulomb (L2C), Universite Montpellier II, Montpellier, France*

DOI 10.34077/Semicond2019-309

В данной работе была исследована терагерцовая фотолуминесценция (ФЛ) гетероструктур $\text{HgTe}/\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с квантовыми ямами (КЯ), обусловленная переходами с участием состояний акцепторов. Исследуемые структуры были выращены методом молекулярно-лучевой эпитаксии на полуизолирующей подложке GaAs в направлении (013). Исследования ФЛ проводились с помощью фурье-спектрометра Bruker Vertex 80v в режиме пошагового сканирования. Оптическое возбуждение осуществлялось непрерывным лазером с длиной волны 808 нм.

Были измерены спектры ФЛ гетероструктуры $\text{HgTe}/\text{Cd}_{0.76}\text{Hg}_{0.24}\text{Te}$ с КЯ толщиной 48 Å (образец № 160126), при температуре 30K и при мощности накачки от 3 до 300 мВт. Во всех спектрах присутствует полоса ФЛ от 50 до 400 см^{-1} , с особенностями в виде максимумов в областях 50 – 160 см^{-1} (полоса 1), 160 – 250 см^{-1} (полоса 2) и 250 – 400 см^{-1} (полоса 3). При мощностях возбуждения 100 и 300 мВт дополнительно к полосам 1-3 возникает полоса ФЛ, соответствующая энергиям квантов 450 – 600 см^{-1} соответствующая межзонным переходам, при этом интенсивность длинноволновых полос ФЛ падает. Температурные исследования спектров ФЛ показали, что с ростом температуры положение полос 1 — 3 не меняется, а полоса 4 от межзонных переходов смещается в сторону высоких энергий. Очевидно, что полосы ФЛ 1- 3 не смещающиеся с ростом температуры должны быть связаны с переходами носителей между состояниями «привязанными» к одной зоне. Ранее было показано, что такие длинноволновые полосы ФЛ в спектрах КРТ структур с КЯ связаны с переходами в спектре вакансий ртути [1].

Вакансия ртути является двухвалентным акцептором и может находиться в трех зарядовых состояниях: нейтральный A^0 центр, с которых связано две дырки, A^{-1} центр, с которым связана одна дырка и не имеющий дырок A^{-2} центр. Примесная ФЛ обусловлена захватом дырок на акцепторные центры. Расчет показал, что длинноволновые линии 1-3 в спектрах ФЛ, положение которых не меняется с температурой, связаны с захватом свободных дырок на A^{-1} центры. Полоса 4, связанная с межзонными переходами носителей, возникает при увеличении мощности возбуждающего источника. При этом падает сигнал в длинноволновых полосах. Это может быть связано с тем, что при малом возбуждении электроны из зоны проводимости безызлучательным образом переходят на A^0 центры. Возникающие при этом A^{-1} участвуют в формировании сигнала ФЛ. Однако, при некоторой мощности большая часть A^0 центров оказывается заполнена электронами, т.е. уменьшается число конечных состояний для безызлучательных переходов из зоны проводимости. В результате электроны начинают рекомбинировать с дырками из валентной зоны излучательным образом при этом уменьшается число дырок в валентной зоне, которые могли бы переходить на A^{-1} центры, а значит сигнал ФЛ, связанный с акцепторами будет «падать», что и наблюдается в эксперименте.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№№ 17-02-00898, 18-02-0062, 19-02-00827).

[1] V.V.Rumyantsev, et al/ *Semicond. Sci. Technol.* **32**, 095007 (9pp) (2017)