

## ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР CDZnTE/ZnTE

<sup>1</sup>Шарибаев М.Б

<sup>1</sup>Изимбетова А.К.

<sup>1</sup>Жаббарбергенова Г.Ж.

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха (г.Нукус., Узбекистан).

<sup>2</sup>Насыров О.У.

Нукусский педагогический институт имени Ажинияза (г.Нукус., Узбекистан).

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15367991>

**Аннотация.** В данной работе изучено влияние облучения  $\gamma$ -квантами  $Co^{60}$  на оптические характеристики одиночных и нескольких сжато-напряжённых КЯ  $Cd_xZn_{1-x}Te/ZnTe/GaAs$  с составом  $x=0,2-0,4$  выращенных методом молекулярно-пучковой эпитаксии. Изучались расплывание квантовых ям после облучения  $\gamma$ -квантами.

**Ключевые слова:** радиация, сдвиг энергии, ФЛ-интенсивность, деформация.

### OPTICAL PROPERTIES OF MULTILAYER CDZnTE/ZnTE STRUCTURES

**Abstract.** In this paper, we study the effect of irradiation with  $Co^{60}$   $\gamma$ -quanta on the optical characteristics of single and several compressed-strained  $Cd_xZn_{1-x}Te/ZnTe/GaAs$  quantum wells with a composition of  $x = 0.2-0.4$  grown by molecular beam epitaxy. We studied the spreading of quantum wells after irradiation with  $\gamma$ -quanta.

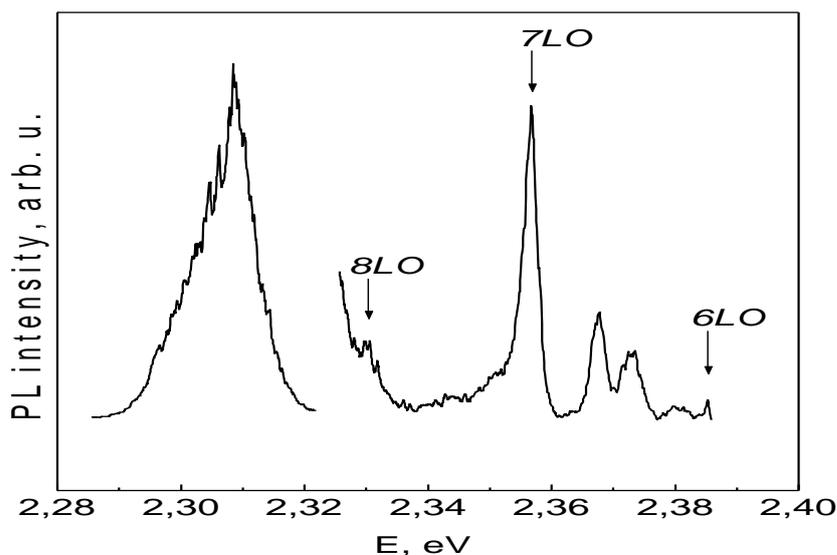
**Keywords:** radiation, energy shift, PL intensity, deformation.

Исследование оптических свойств  $CdZnSe/ZnSe$ ,  $CdZnTe/ZnTe$  гетероструктур с единичными, SQWs, и множественными квантовыми ямами, MQWs, и квантовыми точками, QDs, представляет интерес в связи с изучением процессов, связанных с релаксацией горячих носителей, образующихся при электронном или оптическом возбуждении, или инжекции в таких структурах. Многофононная релаксация горячих электронов при оптическом возбуждении  $CdZnSe/ZnSe$  квантово-размерных гетероструктур была рассмотрена ранее методами фотолюминесценции, PL, и комбинационного рассеяния света, RRS [1]. В данной работе для гетероструктуры  $CdZnTe/ZnTe$  с SQWs в спектрах низкотемпературной фотолюминесценции, LT PL, в экситонной области и в области излучения от квантовых ям а также в спектрах комбинационного рассеяния, RRS, наблюдалась серия состоящая из  $n$  узких и достаточно интенсивных полос, которые накладываются на основной спектр LT PL, сдвинутых относительно энергии возбуждающего света на величину, кратную величине оптического LO-фонона. Методами LT PL и RRS изучено влияние электронного облучения, создающего точечные дефекты и электронные возбуждения [2] и облучения рентгеновскими квантами, создающими только электронные возбуждения, на изменение оптических характеристик  $CdZnTe/ZnTe$  гетероструктур с SQWs. Получена также дополнительная информации о влиянии изменения формы стенок ямы, связанного с радиационно-стимулированной интердиффузией компонент и релаксацией напряжений, на многофононную релаксацию горячих носителей.

Нелегированные  $CdZnTe/ZnTe$  структуры были выращены методом MBE на (100) подложках полуизолирующего GaAs с использованием твердофазной кристаллизации

затравочного аморфного слоя ZnTe [3]. Затем наносился буферный слой ZnTe толщиной  $\sim 1,5$  мкм и далее слои  $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$  толщиной,  $L_z$ , 2 нм (ямы), разделенные барьерами ZnTe толщиной,  $L_b$ , 2 (туннельно-прозрачные) нм. Содержание Cd (x) в ямах изменялось от 0.1 до 0.3 и контролировалось по спектрам LT PL и по спектрам отражения [4]. \*\* E- энергия электронов; I-плотность тока; F-поток частиц; D-поглощённая доза;

Измерения спектров PL и отражения ( $R(\lambda)$ ) проводились при 4.2 и 80 К на спектральном приборе с разрешением  $\leq 0.5$  мэВ. Спектры



PL возбуждались излучением лазера модели LGN-503 с  $\lambda_1 = 0.5145$  и  $\lambda_2 = 0.4880$  мкм.

На Рис. 1 приведены спектры LT PL трёх туннельно-прозрачных исходных  $\text{Cd}_{0.17}\text{Zn}_{0.83}\text{Te}/\text{ZnTe}$  QWs (кривая 1), толщиной 2 нм, выращенных на подложках GaAs, и после их модификации электронами и рентгеновскими квантами (3). Спектры приведены для  $\lambda_{\text{EXC}} = 0.51453$  мкм, т. е. с энергией кванта, превышающей  $E_g$  как ZnTe ( $E_g = 2.39$  эВ, 4.2 К), так и CdTe ( $E_g = 1.60$  эВ, 4.2 К) и энергию рекомбинации электронно-дырочных пар в квантовых ямах. Как видно из Рис.1, спектр LT PL состоит из нескольких полос в экситонной области от буферного ZnTe эпитаксиального слоя, ЭС, и доминирующей по интенсивности фотолюминесценции от квантовых ям,  $I^{\text{QW}}$ : линии экситонов, связанных либо на нейтральном доноре (или объемный поляритон [5])  $I_2^{\text{Ga}}$  (2,3736 эВ), либо на нейтральном акцепторе  $I_1'$  (2,37 эВ); и неэлементарной полосы  $I_1^{\text{C}}$  (2,3568 эВ), связанной с дефектами [5]. На фоне спектра LT PL проявляется серия узких ( $W \sim 2$  мэВ) полос, сдвинутых относительно частоты возбуждающего света на величину 208-211  $\text{см}^{-1}$  (кривые 2,3) умноженную на  $n=1, 2, 3\dots$  Интенсивность полос в серии увеличивалась немонотонно, по мере приближения к одной из резонансных полос ( $I^{\text{QW}}, I^{\text{C}}$ ). Сдвиг между полосами в серии не зависел от длины волны возбуждающего света и составлял величину  $\sim 210 \text{ см}^{-1}$  для исходного образца (кривая 1).

В нашей работе частота оптического фонона для CdZnTe/ZnTe квантоворазмерных структур слабо сдвинута в область больших частот по сравнению с объемным значением LO-фонона монокристаллов ZnTe.

Таким образом, для гетеросистемы с квантово-размерными слоями на основе CdZnTe/ZnTe показана возможность многофононной релаксации горячих электронов, образующихся при оптическом возбуждении путем обмена энергии этих электронов с барьерным слоем с испусканием LO-фононов (каскадный механизм). Изучение образцов, модифицированных облучением высокоэнергетичными электронами и рентгеновскими лучами (с измененными свойствами приповерхностного слоя, барьерного слоя и формы ям), позволило показать, что резонанс частот (возбуждающего света и основных переходов в квантовых ямах) и степень локализации экситона являются доминирующими факторами в наблюдении такого типа процессов.

#### REFERENCES

1. Melnik N. N., Sadofyev Yu. G., Zavaritskaya T. N.// Abstr. of 9<sup>th</sup> Int. Conf. "II-VI Compounds", Kyoto, Japan, 1999.
2. Seto S., Tanaka A., Takeda F., Matsuura K.// J.Cryst. Growth. 1994. V.138. N1. P.346-351.
3. Козловский В. И., Крыса А. Б., Садофьев Ю. Г., Турьянский А. Г.// ФТП. 1999. Т. 33. В. 7, С. 810-814.
4. Dang Le Si., Cibert J., Gobil Y., Saminadayar K., Tatarenko S.// Appl. Phys. Lett.2000. V.55. N3, P.235-237.
5. Багаев В.С., Зайцев В.В., Калинин В.В. и др.// Письма в ЖЭТФ. 2011. Т.58. В.2. С.82-86.