

**ӨЗБЕКИСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖОҚАРЫ ҲӘМ ОРТА
АРНАЎЛЫ БИЛИМЛЕНДИРИЎ МИНИСТРЛИГИ**

**БЕРДАҚ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК
УНИВЕРСИТЕТИ**



**“ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК УНИВЕРСИТЕТИ
ҒӘРЕЗСИЗЛИК ЖЫЛЛАРЫНДА”
атамасындағы республика илимий-әмелий
конференциясы материаллары**

ТОПЛАМЫ

II ТОМ

НӨКИС-2017

Излучение, связанное с протяженными дефектами, в эпитаксиальных слоях ZnTe/GaAs и многослойных структурах

Г. Турманова, Б. Ешбаева, А. Жалекешов - ККГУ

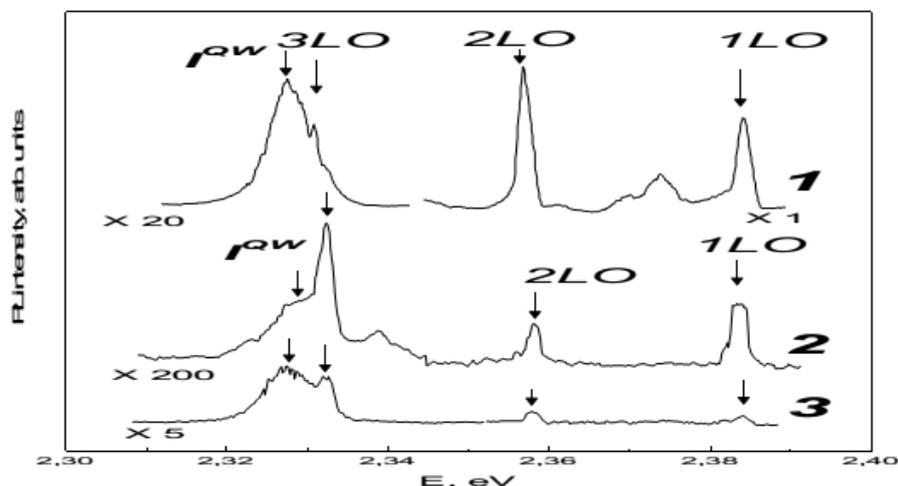
Исследование оптических свойств CdZnSe/ZnSe, CdZnTe/ZnTe гетероструктур с единичными, SQWs, и множественными квантовыми ямами, MQWs, и квантовыми точками, QDs, представляет интерес в связи с изучением процессов, связанных с релаксацией горячих носителей, образующихся при электронном или оптическом возбуждении, 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 МВЕ 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 $Cd_xZn_{1-x}Te$ 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 ≤ 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 рисунка 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^{QW} : линии экситонов, связанных либо на нейтральном доноре (или объемный поляритон [5]) I_2^{Ga} (2,3736 эВ), либо на нейтральном акцепторе I_1' (2,37 эВ); и неэлементарной полосы I_1^{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 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). Измеренная нами величина продольного оптического фона объёмных монокристаллов ZnTe составила $\sim 208 \text{ см}^{-1}$, а для CdTe $\sim 169 \text{ см}^{-1}$, т.е., наблюдаемые в спектре фоновые повторения соответствуют LO-фононам ZnTe барьера. Такое резонансное усиление интенсивности серии узких полос на полосах излучения от квантовых ям, наблюдаемое в спектрах LT PL для квантово-размерных структур CdZnSe/ZnSe интерпретировалось с использованием модели, согласно которой горячие электроны, возбуждаемые светом в зоне проводимости, могут релаксировать с испусканием одного за другим нескольких оптических фононов (т.н. “каскадная модель”). В нашей работе частота оптического фонона для CdZnTe/ZnTe кванторазмерных структур слабо сдвинута в область больших частот по сравнению с объёмным 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.

Литература:

1. Melnik N.N., Sadofyev Yu.G., Zavaritskaya T.N.// Abstr. of 9th 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. // 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.

Тагаев М.Б., Насыров М.У. Барьерные контакты к соединениям A_3B_5 на основе фаз внедрения	48
Жуманов М., Ибрагимов М., Гайнов Б., Саитова А., Жангабаева А. Қорақалпоғистон Республикаси шароитида топинамбур ўсимлигининг мақбул экиш муддатларини ўрганиш	49
Алланазаров К.Ж., Уринбаева Ф.Б. Қарақалпақстан гидронимлериниң изертлениў тарийхынан	51
Тагаев М.Б., Статов В.А., Шарибаев М.Б., Утемуратова Х.Ю. О методах автоматизации при построении эквивалентных схем полупроводниковых приборов с дефектами структуры	52
Jollibekov B.R., Pogrebnyak A.D., Abdikamalov B.A., Erejepov M.K. XXI ásirniń jańa materiallari – joqari entropiyali quymalar (Sholıw)	53
Косымбетов П. Г., Кудиярова А. Д. Взаимосвязь между химической структурой дитерпеноидов, полученных на основе растений рода <i>lagochilus</i> , и их кровоостанавливающей активностью	56
Косымбетов П.Г., Кудиярова А.Д., Хайтбаев Х.О. Исследование суммарной концентрации антирадикальных антиоксидантов в экстрактах некоторых растений Каракалпакстана	57
Кудиярова А.Д., Косымбетов П.Г. Формирование супрамолекулярной структуры комплексов растительных алкалоидов с катионами некоторых переходных металлов	58
Муратов А.С., Исмаилов Б.К., Бекмуратов У.Е. Численные решения нестационарных задач в компенсированных полупроводниках	59
Ибрагимов М.Ю., Сабиров Г., Гайнов Б., Сабирова М.Г. Амударёнинг куйи минтақасида ширинмия ўсимлигин экиб кўпайтиришга оид масалалар	60
Турманова Г., Ешбаева Б., Жалекешов А.Излучение, связанное с протяженными дефектами, в эпитаксиальных слоях ZnTe/GaAs и многослойных структурах	62
Мирсагатов Ш.А., Утениязов А.К.Механизм переноса тока в обратной ветви вольт-амперной характеристики структуры Al-p-CdTe-Mo	64
Утениязов А.К. Рекомбинационные процессы в структуре Al-p-CdTe-Mo при малых плотностях тока	65
Атаубаева А.Б., Сейтимбетова Г. Омические контакты к Si с диффузионными барьерами на основе бориды титана	67
Узакбергенова З.Д., Сидрасулиева Г.Б. $[Cu_5(C_3H_5N_3O_3)_4(m-C_8H_4O_4)] \cdot 9H_2O$ бирикмасининг тузилишини рентгеноструктуравий тадқиқ қилиш	68
Хожанов М.В. Qaraqalpaq tili ornitologiyalıq leksikanıń qalıplesiwi máselesine	70
Saitova A.K., Kurbaniyazova G.T. <i>Allium cepa L. va allium sativum L. o'simliklarining shifobaxsh xususiyatlari</i>	71
Абишиов Г.М. Шымбай районындағы айырым зоотопонимлер	72
Жангабаева А.С. Топинамбур өсимлиги – бул тәбият саўғасы	73
Наубеев Т.Х., Қалбаев А.Е., Бектурсынова А.П., Утениязов К.К. Циклоартан бирикмаларининг кимёвий трансформацияси	74
Отемуратов Б., Есбосынов Р. Достаточные семейства комплексных прямых для голоморфного продолжения интегрируемых функций через порождающее многообразие	75
Бекбергенов Қ.А. Қарақалпақ тилинде жуп фейиллердиң жасалыўы	76
Қалбаева Г.С. Әпсаналарды жанрлық түрлерге жиклеў бойынша илимий изертлеўлер	77
Ережепов А. Ғәресизлик жылларында музыка тәлиминиң раўажланыўы хәм оның жаслар мәнаўий тәрбиясындағы орны	78
Марзияев Ж.К., Дуйсенова Б.А. Журналистикада типология мәселеси	81