Особенности температурной зависимости времени жизни в нанокристаллах CdS, сформированных с помощью метода Ленгмюра-Блоджетт

Зарубанов А.А.¹, Свит К.А.¹, Журавлев К.С.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

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

DOI 10.34077/Semicond2019-271

Исследование полупроводниковых нанокристаллов (НК) представляет большой интерес из-за возможности создания на их основе новых оптических и электронных приборов. Одним из перспективных направлений в этой области является использование НК на основе широкозонных материалов типа $A^{IV}B^{VI}$ для создания светоизлучающих приборов на синюю область спектра [1].

НК CdS получают методом молекулярно-лучевой эпитаксии с использованием эффектов самоорганизации, а также методами коллоидной химии и Ленгмюра–Блоджетт (ЛБ). Достоинством двух последних методов является простота их реализации и невысокая стоимость процессов получения НК.

В данной работе исследовалась кинетика фотолюминесценции (ФЛ) НК CdS, сформированных в матрице пленки ЛБ в диапазоне температур 5-300 К. Было обнаружено, что кинетика затухания ФЛ биэкспоненциальная при всех исследуемых температурах и содержит два участка: быстрый и медленный.

Зависимость интенсивности ФЛ от времени описывается суммой двух экспонент, с характерными временами жизни (при 5 К) 40 и 150 нсек. Быстрое время затухания интенсивности ФЛ связано с обусловлено рекомбинацией отрицательных трионов [2]. Обсуждается температурная зависимость излучательного времени жизни отрицательного

триона, которая наиболее вероятно связана с его диссоциацией, когда kT превышает энергию связи триона [3]. Медленный участок кинетики ФЛ обусловлен рекомбинацией темного экситона [4]. С учетом тонкой структуры темного экситона температурную зависимость медленного времени жизни можно описать простой 3-х уровневой моделью с разными скоростями рекомбинации [4]. Из аппроксимации экспериментальной зависимости времени жизни темного экситона от температуры (рис.1) получены энергетические зазоры между уровнями экситонов: 7 мэВ и 86 мэВ.

[1] J. Kwak, W.K. Bae, D. Lee, I. Park, J. Lim, M. Park, H. Cho, H. Woo, Do Y. Yoon, K. Char, S. Lee, C. Lee. *Nano Lett.*, **12**, 2362 (2012).

[2] А. А. Зарубанов, К. С. Журавлев, *ФТП*, **49** (3), 392 (2015).

[3] C. Javaux, B. Mahler, B. Dubertret, A. Shabaev, A. V. Rodina, Al. L. Efros, D. R. Yakovlev, F. Liu, M. Bayer, G. Camps, L. Biadala, S. Buil, X. Quelin, J-P. Hermier. *Nature Nanotechnology*, **8**, 206 (2013).

[4] S. A. Crooker, T. Barrick, J. A. Hollingsworth, and V. I. Klimov, *Appl. Phys. Lett.* **82**, 2793 (2003).