Низкотемпературная люминесценция бислоев WSe_2

Николаев С. Н.¹, Чернопицкий М.А.¹, Савин К. А.^{1,2}, Кривобок В. С.¹, Онищенко Е.Е.¹, Багаев В. С.¹

¹ Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, 119991, Москва, Ленинский пр., 53

² МГУ им. М.В.Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1

DOI 10.34077/Semicond2019-383

Слоистые полупроводники, в особенности дихалькогениды переходных металлов (ДХПМ), являются объектом интенсивных исследований. Интерес к этим материалам определяется возможностью получения истинно двумерных полупроводниковых систем, а также их необычным свойствам. Так, зонная структура большинства ДХПМ претерпевает существенные изменения при уменьшении толщины до 1 монослоя (МС). При этом энергия связи экситонов в таких материалах составляет сотни мэВ, что позволяет исследовать экситонный эффект в них при комнатной температуре. С другой стороны, при низкой температуре, кроме экситонных линий излучения, в спектры ФЛ пленок ДХПМ могут наблюдаться полосы излучения трионов, биекситонов и локализованных состояний. Данная работа посвящена исследованию этих многочастичных состояний в пленках WSe_2 толщиной 2-3 МС.

Образцы были получены top-down технологией от объемного WSe_2 , чешуйки наносились на поверхность подложки Si/SiO_2 , что позволило предварительно оценить толщину пленок по их изображению в оптический микроскоп

Рис. 1. – Оптическая микроскопия (слева), спектры ФЛ (по центру) и КРС (справа) атомарно-тонких слоев WSe_2 при температуре 300K.

[1]. Для чешуек толщиной 1, 2, 3 и 4 МС были измерены спектры фотолюминесценции (ФЛ) и комбинационного рассеяния света (КРС) (см. рис. 1). Положение линии А-экситона (1.65 эВ) и непрямого перехода I (1.4-1.55 эВ) хорошо согласуется с результатами [2]. Существенным отличием спектров КРС пленок толщиной в 1 МС является отсутствие в них линии B'_{2g} , которая является рамановски неактивной (см., например, [3]).

Снижение температуры до 5 К (см. рис. 2) позволило разрешить несколько линий прямого края (А-экситон, трион, биекситон) в области 1.65–1.8 эВ.

Работа выполнена при поддержке грантов РНФ № 18-72-00235 (подготовка образцов, их предварительная характеристика) и РФФИ а 18-02-01129 (низкотемпературная фотолюминесценция).

[1] H. Li, J. Wu, X. Huang et al. *ACS Nano*, 7(11), 10344 (2013).

[2] W. Zhao, R. M. Ribeiro, M. Toh, A. Carvalho, Ch. Kloc, A. H. Castro Neto, and G. Eda, *Nano Letters*, 13(11), 5627-5634 (2013).

[3] P. Tonndorf, R. Schmidt, P. Böttger, et. al., *Opt. Express* 21, 4908-4916 (2013).

Рис. 2. Спектр ФЛ бислоя WSe_2 при температуре 5 и 300 К.