

Природа температурного уширения и сдвига бесфононных линий GeV и SnV центров в алмазе

Разгулов А.А.¹, Ляпин С.Г.¹, Новиков А.П.¹, Екимов Е.А.¹

aleksandr.razgulov@phystech.edu

¹ Институт физики высоких давлений им. Верещагина РАН, Москва, Россия

На протяжении последнего десятилетия наблюдается устойчивый рост работ, посвященных бивакансионным центрам окраски в алмазе (SiV, GeV, SnV, PbV). Такое положение дел во многом связано с набором их уникальных характеристик, востребованных в новейших технологических отраслях (подробнее – [1]): яркостью и узостью бесфононных линий (БФЛ) в спектрах фотолюминесценции (ФЛ), спиновыми свойствами центров, химической инертностью алмаза, как материала-носителя и т.д. К сожалению, большинство уникальных спектроскопических характеристик бивакансионных центров в алмазе проявляют себя лишь при низкой (гелиевой) температуре и существенно ухудшаются при её увеличении. В частности, с ростом температуры наблюдается существенное уширение и сдвиг БФЛ, а также уменьшение величин расщеплений основного и возбужденного состояний. Несмотря на обилие работ, посвящённых низкотемпературным исследованиям ФЛ GeV и SnV центров в алмазе, вопрос о природе наблюдаемых температурных эффектов всё ещё остается дискуссионным. В настоящей работе нами была предпринята попытка приблизиться к его окончательному решению.

Для определения доминирующего механизма, ответственного за вышеупомянутые температурные эффекты, мы провели серию экспериментов по исследованию влияния как давления, так и температуры на ФЛ GeV и SnV центров в алмазе. Совместное использование полученных данных позволило учесть комплексный характер температурных эффектов, выделить и рассмотреть по отдельности вклады как электрон-фононного взаимодействия (ЭФВ), так и температурного расширения алмазной решётки (ТРР) [2]. В результате анализа выделенного вклада ЭФВ и сопоставления полученных температурных зависимостей с предсказаниями существующих теоретических моделей [3-4] было установлено, что доминирующим механизмом ЭФВ скорее является квадратичное электрон-фононное взаимодействие в присутствии сильного смягчения упругих постоянных на оптическом переходе (КЭФВ-механизм) [4], нежели фононно-индуцированные переходы между подуровнями основного и возбужденного состояний [3] (ФИП-механизм).

Полученные результаты побуждают к пересмотру широко распространённых представлений о доминирующей роли ФИП-механизма в наблюдаемых температурных эффектах.

Работа была поддержана грантом РФФИ № 24-12-00037.

Ссылки

1. M.H. Alkahtani, F. Alghannam, L. Jiang, A. Almethen, A.A. Rampersaud, R. Brick, C.L. Gomes, M.O. Scully, P.R. Hemmer, *Nanophotonics* (2018) , 7, p. 1423
2. G. Davies, *Rep. Prog. Phys.* (1981), 44, p. 787-830
3. K.D. Jahnke, A. Sipahigil, J.M. Binder, M.W. Doherty, M. Metsch, L.J. Rogers, N.B. Manson, M.D. Lukin, F. Jelezko, *New J. Phys.*, 17 (2015), 043011.
4. V. Hizhnyakov, H. Kaasik, I. Sildos, *Phys. Status Solidi B* (2002), 234, p. 644