

Люминесценция центров окраски в синтетических алмазах: эффекты электрон-колебательного взаимодействия

Баранов А.В.¹, Богданов К.В.¹, Калия И.Е.¹, Осипов В.Ю.², Шахов Ф.М.², Грудинкин С.А.¹, Голубев В.Г.², Давыдов В.Ю.², Смирнов А.Н.²

a_v_baranov@yahoo.com

¹ Университет ИТМО, Санкт Петербург, Россия

² ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт Петербург, Россия

Алмаз предоставляет возможность образования в кристаллической решетке люминесцирующих дефектов (центров окраски, ЦО), обладающих разными длинами волн излучения. ЦО являются квазимолекулярными комплексами, состоящими из примесного атома в положении замещения или междоузлия в решетке в сочетании с различным количеством атомов другого сорта, расположенных в соседних узлах или с вакансиями. ЦО на основе атомов N, Si, Ge и Sn, а также Pb, B, Mg, W и Ni, образуются в кристаллах алмаза, изготовленных различными методами (детонация, HPHT и CVD).

Обычно люминесценция ЦО состоит из интенсивной полосы чисто электронного перехода (бесфононные линии, БФЛ), сопровождаемой менее интенсивными полосами электронных (вибронных) переходов с участием мод локальных колебаний, МЛК. Спектральное положение, ширина, относительная интенсивность полос БФЛ и МЛК, а также температурные зависимости этих параметров заметно различаются для разных ЦО. Анализ люминесценции ЦО показал, что существуют два разных случая. Первый: ЦО на основе атомов Si, Ge и Sn в междоузельном положении характеризуется спектрально узкими полосами БФЛ и малоинтенсивными полосами МЛК. Это указывает на слабую электронно-колебательную связь (ЭКС), что подтверждается слабой зависимостью от температуры длины волны, ширины и интенсивности БФЛ. ЦО второй группы с атомами N, W и Ni демонстрируют широкую БФЛ и несколько интенсивных реплик МЛК. Это свидетельствует о сильном ЭКС.

Наши оригинальные данные по сравнительному исследованию температурных зависимостей ФЛ комплексов GeV и W в CVD-алмазах [1], а также двух ЦО на основе комплексов NiN в IbHPHT-алмазах [2] также показывают, что ЭКС контролирует спектральные и кинетические параметры люминесценции ЦО. Что же определяет величину ЭКС? Анализ наших данных и данных других авторов позволяет предположить, что величина ЭКС и, следовательно, параметры люминесценции ЦО определяются тем, какое положение - замещения или внедрения занимает атом примеси в кристаллической решетке алмаза.

Работа поддержана РФ (соглашение 21-12-00264).

Ссылки

1. Bogdanov, K.V. et al., *Materials* 2022, 15, 8510. DOI:10.3390/ma15238510
2. Kaliya I.E. et al., *Carbon* 2024, 219, 18839. DOI:10.1016/j.carbon.2024.118839