

Синтез алмаза с центрами окраски SiV, GeV, SnV в СВЧ плазмохимическом реакторе

Мартьянов А.К.¹, Седов В.С.¹, Тяжелов И.А.¹, Ральченко В.Г.¹

art.martyanov@gmail.com

¹ Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук

Центры окраски IV группы в алмазе (SiV, GeV, SnV) представляют собой перспективные квантовые излучатели с высокой спектральной стабильностью и узкими оптическими линиями излучения. Благодаря симметричной структуре дефекта эти центры характеризуются слабым взаимодействием с кристаллической решёткой и демонстрируют узкие бесфононные линии при комнатной температуре. Данные свойства делают их привлекательными объектами для задач квантовой фотоники, а также для оптической термометрии с высоким пространственным разрешением. В последние годы показано, что температурная зависимость положения и ширины бесфононной линии центров SiV и GeV может быть использована для прецизионного измерения температуры. Измерение положения линии люминесценции позволяет реализовать полностью оптическую термометрию без применения микроволнового возбуждения, что существенно упрощает экспериментальную реализацию сенсоров на основе алмаза. Использование алмазных наночастиц, содержащих такие центры окраски, открывает возможности локального измерения температуры в биологических и микроэлектронных системах с пространственным разрешением порядка десятков нанометров.

Несмотря на значительный прогресс в изучении спектроскопических свойств центров IV группы, ряд физических особенностей их поведения остаётся предметом активных исследований. В частности, для одиночных центров наблюдается флуктуационная динамика интенсивности люминесценции (blinking или мерцание), связанная с фотоиндуцированным изменением зарядового состояния дефекта и взаимодействием с поверхностными состояниями или примесными центрами. Эти процессы существенно влияют на стабильность фотолюминесценции и являются критическим фактором при разработке сенсоров и источников одиночных фотонов. Дополнительную роль играет размер алмазных кристаллов: в наночастицах влияние поверхности приводит к усилению зарядовых флуктуаций и изменению спектральных характеристик центров.

В докладе рассматриваются подходы к введению кремний-, германий- и оловосодержащих примесей непосредственно в процессе роста алмаза, а также влияние параметров плазмы, состава газовой смеси и условий роста на спектральные характеристики дефектов в поликристаллических алмазных плёнках, микро- и наночастицах. Обсуждаются физические особенности люминесценции центров IV группы, включая температурную эволюцию бесфононных линий и флуктуационную динамику интенсивности излучения. На основе результатов последних экспериментальных работ анализируются ограничения, которые данные эффекты накладывают на применение центров SiV, GeV и SnV в задачах оптической термометрии и квантовой фотоники.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-72-10131, <https://rscf.ru/project/25-72-10131/>.