

Влияние дозы облучения электронами на процессы формирования NV центров в монокристаллическом алмазе

Скоморохов А.М.¹, Гурин А.С.¹, Крамущенко Д.Д.¹, Никитина А.В.^{1,2}, Елисеев А.П.³,
Урманцева З.Ф.⁴, Винс В.Г.⁴, Бабунц Р.А.¹, Успенская Ю.А.¹

skomorokhov@mail.ioffe.ru

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт Петербург, Россия

² СПбГУ, Санкт Петербург, Россия

³ ИГМ СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴ ООО ВЕЛМАН, Новосибирск, Россия

Спиновые центры окраски в алмазе, в особенности азотно-вакансионные (NV⁻) центры, являются одним из наиболее исследуемых объектов в современной физике низкоразмерных структур. Ключевым свойством NV-центров является наличие механизма оптически индуцированного выстраивания населенностей спиновых подуровней, который обеспечивает поляризацию спиновой системы при комнатной температуре. [1].

Десять образцов, вырезанных из однородной монокристаллической пластины (111) алмаза, синтезированного в системе Fe-Co-C исследованы оптическими методами, а также методами ЭПР и ОДМР. NV-центры формировались облучением на линейном ускорителе электронов с энергией 3 МэВ при различных дозах с последующим отжигом при 1200°C в вакууме. По данным ЭПР установлено, что концентрация P1-центров монотонно убывает с увеличением дозы облучения, достигая минимума при дозах свыше 50×10^{17} е/см². Концентрация NV⁻-центров возрастает в области малых доз, однако при высоких дозах рост замедляется. Дополнительный высокотемпературный отжиг образцов Sp-8 и Sp-10 приводит к значительному перераспределению концентраций: доля NV⁻-центров увеличивается при одновременном уменьшении числа P1-центров (рисунок 1а). Из ОДМР-спектров [2] получена зависимость напряжений в кристалле от дозы облучения (рисунок 1б) – параметр 2E возрастает с 4 МГц при минимальной дозе до 7.8 МГц при дозе 60×10^{17} е/см², что отражает накопление радиационно-индуцированных напряжений в кристаллической решётке. Отжиг частично снимает эти напряжения, снижая параметр 2E до 6,7 МГц.

Исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FFUG-2024-0046).

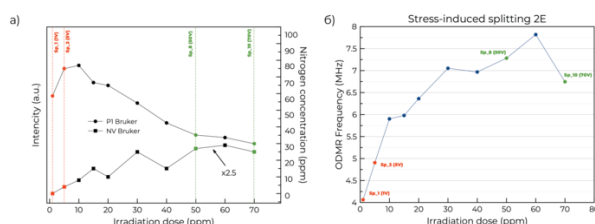


Рис. 1. а) Зависимость концентраций P1- и NV-центров от дозы облучения по данным ЭПР; б) Зависимость расщепления центральной линии 2E от дозы облучения

Ссылки

1. M. W. Doherty et. al, The nitrogen-vacancy colour centre in diamond. *Physics Reports*, 528(1), 1-45 (2013).
2. Р.А. Бабунц и др., Методы диагностики локальных напряжений/деформаций в алмазе при комнатной температуре на основе оптического детектирования магнитного резонанса NV-дефектов, Письма в ЖТФ, т. 49, вып. 1 (2023)