Теория спиновой динамики и ОДМР центров окраски со спином $3/2$

Пошакинский А.В., Тарасенко С.А.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 21

DOI 10.34077/Semicond2019-311

Многочастичные оптические активные комплексы с высоким спином привлекают к себе в настоящее время большое внимание, поскольку обладают нетривиальной спиновой динамикой и могут находиться в когерентной суперпозиции нескольких базисных спиновых. Примерами таких комплексов со спином $S = 3/2$ являются центры окраски NV^0 в алмазе и центры окраски, связанные с вакансиями кремния в карбиде кремния [1]. В данной работе представлена теория спиновой релаксации центров, описана их спиновая динамика в присутствии внешних статического и высокочастотного магнитных полей, разработана теория оптического выстраивания центров по спину и формирования сигнала оптически детектируемого магнитного резонанса (ОДМР).

Одиночный центр со спином $S = 3/2$ имеет 4 базисных состояния с проекцией спина $m = \pm 3/2, \pm 1/2$. Ансамбль центров описывается спиновой матрицей плотности, которую можно представить в виде разложения по сферическим мультиполям, состоящим из 3 компонент спинного диполя $\mathbf{p}$, 5 компонент спинного квадруполь $\mathbf{d}$ и 7 компонент спинного октуполя $\mathbf{f}$.

Примеры спиновых распределений, соответствующих компонентам диполя p_0 , квадруполь d_0 и октуполя f_0 , изображены на рис. 1. В сферическом приближении мультиполи релаксируют с тремя различными временами спиновой релаксации: временами T_p , T_d и T_f . Конкретное соотношение между временами определяется микроскопическим механизмом релаксации. В случае, если релаксация центров связана с флуктуирующими магнитными полями, переходы идут только с изменением проекции спина на $\Delta m = \pm 1$, и между временами выполняется соотношение $T_p = 3T_d = 6T_f$.

Оптическая накачка центров приводит к генерации спинного квадруполь d_0 , который также определяет интенсивность фотолюминесценции центров. Приложение внешнего радиочастотного поля вызывает возбуждение других компонент мультиполя и влияет на ОДМР сигнал [1]. Нами разработана теория ОДМР в условиях двухчастотного возбуждения, которая позволила количественно описать положения и интенсивности спектральных провалов в неоднородно уширенной ОДМР линии, определить параметры и механизм неоднородного уширения в исследованных структурах [2].

[1] S.A. Tarasenko, A.V. Poshakinskiy, D. Simin, V.A. Soltamov, E.N. Mokhov, P.G. Baranov, V. Dyakonov, and G.V. Astakhov, *Spin and optical properties of silicon vacancies in silicon carbide*, Review Article, *Phys. Status Solidi B* **255**, 1700258 (2018).

[2] V.A. Soltamov, C. Kasper, A.V. Poshakinskiy, A.N. Anisimov, E.N. Mokhov, A. Sperlich, S.A. Tarasenko, P.G. Baranov, G.V. Astakhov and V. Dyakonov, *Excitation and coherent control of spin qudit modes in silicon carbide at room temperature*, *Nature Commun.* (2019).