Эффект Яна-Теллера в примесном ионе Ni^{2+} в ZnSe и CaF_2

**Сарычев М.Н.¹, Гудков В.В.¹, Жевстовских И.В.^{1,2}, Бондаревская А.С.¹, Шутов И.С.¹,
Егранов А.В.³, Суриков В.Т.⁴**

¹ Уральский федеральный университет, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

² ИФМ им. М.Н. Михеева УрО РАН, 620990, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

³ ИГХ им. А.П. Виноградова СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1 "А"

⁴ Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург, Россия

DOI 10.34077/Semicond2019-336

Примеси переходных металлов создают локальные центры с вырожденными электронными термами в основном или возбужденном состоянии, подверженные эффекту Яна-Теллера (ЭЯТ)[1]. В результате тетраэдрическое или кубическое окружение примесного иона искажается вдоль определенных кристаллографических осей, образуя сложную энергетическую поверхность адиабатического потенциала (АП) центра с несколькими минимумами и экстремальными точками. В случае иона Ni^{2+} в основном состоянии (Т-терм) глобальные минимумы могут иметь тетрагональную, тригональную либо орторомбическую симметрию ($T \otimes (e + t_2)$ задача ЭЯТ).

В докладе представлены результаты ультразвуковых исследований примеси ионов Ni^{2+} малой концентрации в кубических монокристаллах со структурой сфалерита (ZnSe) и флюорита (CaF_2). Звуковая волна, распространяющаяся в кристалле, нарушает эквивалентность минимумов АП, и создаёт неравновесное распределение центров по энергиям в минимумах, которое релаксирует к равновесному состоянию, что проявляется в виде аномалий на температурных зависимостях скорости и поглощения ультразвуковой волны.

Измерения температурных зависимостей поглощения и скорости ультразвуковых волн, связанных с модулями $(c_{11} - c_{12})/2$, c_{44} и $(c_{11} + c_{12} + 2c_{44})/2$, были выполнены в интервале 4–150 К на частотах 24–165 МГц. В обоих кристаллах для всех нормальных мод обнаружены аномалии, имеющие релаксационную природу и связанные с проявлением ЭЯТ. По ранее разработанной методике [2,3] определены [4] симметричные свойства глобальных минимумов АП, на основе экспериментальных данных восстановлена температурная зависимость времени релаксации примесного центра, рассчитаны параметры экстремальных точек АП, энергия ян-теллеровской стабилизации и константы вибронной связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-32-00432) и Центра превосходства УрФУ «Радиационные и ядерные технологии».

[1] I.B. Bersuker, *The Jahn-Teller Effect*, Cambridge University Press, Cambridge (2006).

[2] I.V. Zhevstovskikh et al., *J. Appl. Phys.*, **119**, 225108 (2016).

[3] N.S. Averkiev et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **86**, 114604 (2017).

[4] М.Н. Сарычев и др., *ФТТ*, **61**, 319 (2019).