Локальный спектральный анализ полупроводниковых нанокристаллов

А.Г.Милёхин^{1,2)}, М.Рахаман³⁾, Т.А.Дуда¹⁾, И.А.Милёхин¹⁾, К.В.Аникин¹⁾, Е.Е.Родякина^{1,2)},
Р.Б. Васильев⁴⁾, V.M. Dzhagan⁴⁾, D.R.T. Zahn³⁾, А.В. Латышев^{1,2)}

¹⁾Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

²⁾Новосибирский государственный университет, Новосибирск

³⁾Semiconductor Physics, Chemnitz University of Technology, D-09107 Chemnitz, Germany

⁴⁾Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова, 119991, Москва

⁵⁾V.Ye. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, Ukr. Nat. Acad. Sci., Kyiv 03028, Ukraine

тел: +7 (383) 330-2204, факс: +7 (383) 333-2771, эл. почта: milekhin@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-39

Предложен новый метод локального спектрального анализа полупроводниковых наноструктур, основанный на обнаруженном гигантском комбинационном рассеянии света (КРС) полупроводниковыми наноструктурами, расположенными на поверхности массива нанокластеров Au, вблизи металлизированного кантилевера атомно-силового микроскопа (АСМ) (рис.1а).

В зазоре между металлическими нанокластерами и острием кантилевера АСМ микроскопа, где расположена полупроводниковая наноструктура, возникает сильное увеличение локального поля («горячая точка») и, как следствие, резкое усиление сигнала КРС.

В эксперименте наблюдается гигантское усиление сигнала КРС локализованными продольными и поверхностными оптическими фононами (LO и SO) в нанокристаллах (НК) CdSe (коэффициент усиления 10^6). Картирование сигнала КРС на частоте оптических фононов CdSe позволило изучить эффекты локальных электромагнитных полей на фоновый спектр нанокристаллов CdSe с пространственным разрешением 2 нм [1], определить фоновый спектр отдельных нанокристаллов CdSe размером 6 нм [2], что находится далеко за дифракционным пределом (Рис.1б). Показано, что максимальное усиление сигнала наблюдается от торцов нанокластеров Au, имеющих цилиндрическую форму (Рис.1б), где локальное электромагнитное поле максимально.

Рис.1 а)- Схема эксперимента, демонстрирующая взаимное расположение нанокластеров Au, НК CdSe, металлизированной иглы АСМ микроскопа и направления падающего лазерного излучения. б)- Карта интенсивности сигнала КРС НК CdSe на частоте LO фонона CdSe при 210 см^{-1} , совмещенная с АСМ изображением той же области с одним нанокластером Au.

Обсуждаются механизмы активации мод поверхностных оптических фононов в спектрах КРС, записанных в условиях нано-КРС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Немецкого научно-исследовательского сообщества в рамках научного проекта № 19-52-12041.

Литература

- [1] V.M. Dzhagan, Yu.M. Azhniuk, A.G. Milekhin, D.R.T. Zahn // Journal of Physics D: Applied Physics, 2018. V.51, P.503001-1-50.
- [2] M. Rahaman, A.G. Milekhin, A. Mukherjee, et al. // Faraday Discussions, (2018) accepted, DOI: 10.1039/C8FD00142A.