Сильная связь экситонов в микрорезонаторах GaN гексагональной формы

Белоновский А.В.¹, Позина Г.⁴, Левитский Я.В.^{2,3}, Морозов К.М.^{1,2}, Митрофанов М.И.^{2,3}, Гиршова Е.И.^{1,2,3}, Иванов К.А.², Родин С.Н.³, Евтихийев В.Р.³, Калитеевский М.А.^{1,2,3}

¹ Санкт-Петербургский Академический Университет, 194021, Санкт-Петербург, ул. Хлопина, 8к3

² Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

³ ФТИ им. Иоффе РАН, 194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26

⁴ Linköping University, SE-58183, Linköping, Sweden

DOI 10.34077/Semicond2019-391

Методом селективной газофазной эпитаксии были выращены плоские гексагональные микрорезонаторы одиночные (рис. 1а.) и двойные. Проводилось измерение спектров методом низкотемпературной катодолуминесценции на сканирующем электронном микроскопе. На полученных спектрах видно огромное расщепление Раби (порядка 100 мэВ) (рис. 1б). При высокой

Рис.1. (а) Изображения, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа, (б) Спектры низкотемпературной катодолуминесценции при температуре 10 К, (с) Пример сильно локализованной моды в одиночном шестиугольном резонаторе.

температуре два пика (изображенные на рис. 1б) сливаются в один пик. Показано численное моделирование распределения интенсивности мод резонатора гексагональной формы. Некоторые моды могут иметь сильную пространственную локализацию (рис. 1с.), приводящую к сильному взаимодействию с экситоном и огромному расщеплению Раби. Теоретически мы рассчитали долю экситонов в поляритонных модах, которая коррелирует с интенсивностью экситонного излучения, связанного с этими модами, для нескольких микрорезонаторов гексагональной формы. Таким образом, мы получили вид зависимости вероятности излучения от собственных частот структуры. В качестве упрощенной модели, которая могла бы объяснить наблюдаемое поведение люминесценции от структурных микрополостей, мы провели анализ структуры поляритонной моды, используя следующее предположение. Гамильтониан в приближении вращающейся волны выглядит следующим образом:

$$H = \hbar\omega_0\hat{x}^+\hat{x} + \sum_k \hbar\omega_k\hat{c}_k^+\hat{c}_k + \sum_k \hbar(g_k\hat{c}_k\hat{x}^+ + g_k^*\hat{c}_k^+\hat{x}) \quad (1)$$

Здесь ω_0 - частота экситона, ω_k - частоты мод резонатора, g_k - константы, описывающие экситон-фотонные взаимодействия, а $\hat{x}^+$, $\hat{c}_k^+$ ($\hat{x}$, $\hat{c}_k$) - операторы рождения (уничтожения) экситонов и фотонов соответственно. После диагонализации гамильтониана получаем вероятность излучения экситонной моды для каждой частоты.

[1] G. Pozina, K. Ivanov, M. I. Mitrofanov, M. Kaliteevski, K. Morozov et al., *Phys. Status Solidi (b)*, 180063, (2019)