Неклассические источники света на основе селективно позиционированных микролинзовых структур, одиночных (111) In(Ga)As и AlInAs квантовых точек

Деребезов И.А., Гайслер А.В., Гайслер В.А.

ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-404

В работе представлены результаты исследования оптических характеристик неклассических источников света, содержащих микрорезонатор на основе полупроводникового брэгговского отражателя и селективно позиционированной GaAs микролинзы над одиночной (111) In(Ga)As квантовой точкой (КТ). Структура микрорезонатора обеспечивает эффективную накачку одиночной (111) In(Ga)As КТ и высокую внешнюю квантовую эффективность излучателя. Оптические характеристики изучались с использованием методики криогенной микрофотолюминесценции.

Статистика излучения анализировалась с использованием интерферометра Хэнбери Брауна – Твисса. Корреляционная функция второго порядка для экситонной линии одиночной (111)InGaAs КТ (рис. 1а), находящейся в микрорезонаторе, представлена на рис. 1б. Измеренное значение корреляционной функции второго порядка при нулевой временной задержке составляет $g^{(2)}(0)=0.07$, что демонстрирует ярко выраженный однофотонный характер излучения. Анализ тонкой структура экситонных состояний в (111)In(Ga)As КТ показал, что в диапазоне энергий 1,320 - 1,345 эВ величина расщепление экситонных состояний сравнима с естественная ширина экситонных линий.

Изучена система КТ на основе твердых растворов $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$. Использование в качестве основы КТ широкозонных твердых растворов $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ позволяет значительно расширить спектральный диапазон излучения в коротковолновую область, включая область длин волн около 770 нм, представляющую интерес для аэрокосмических систем квантовых криптография. Для данного типа КТ также продемонстрирован суб-пуассоновский характер статистики излучения на длинах волн вблизи 770 нм. Показано, что расщепление экситонных состояний $\text{Al}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ КТ сравнимо с естественной шириной экситонных линий.

Таким образом, оба типа исследованных КТ представляют интерес для разработки излучателей одиночных фотонов и излучателей фотонных пар, запутанных по поляризации.

Рис.1. – Спектр микролюминесценции одиночной (111)InGaAs КТ, содержащий пики экситона X и биэкситона XX (а), корреляционная функция второго порядка для экситонной линии одиночной КТ, расположенной в микрорезонаторе (б), на вставке фрагмент корреляционной функции для малых значений τ .