

Новые GaSb/AlP квантовые точки – перспективный объект для создания универсальной памяти

Абрамкин Д.С., Петрушков М.О., Богомолов Д.Б., Емельянов Е.А., Есин М.Ю.,
Пулято М.А., Преображенский В.В.

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

Создание универсальной памяти, сочетающей в себе быстродействие DRAM и возможность длительного хранения данных, является одной из важнейших задач современной физики твердого тела [1]. Возможным путём решения этой задачи является использование самоорганизованных $A^{III}-B^V$ квантовых точек (КТ) в качестве плавающего затвора в архитектуре флеш-памяти. Данный подход позволяет достичь времён перезаписи данных на уровне десятков наносекунд в действующих прототипах флеш-памяти с InAs/AlGaAs КТ [2]. Однако, время хранения заряда в таких КТ при комнатной температуре составляет всего несколько миллисекунд, что недостаточно для создания памяти. В связи с этим, актуальной задачей является поиск новых КТ, в которых энергия локализации дырок (E_{loc}) существенно превосходит E_{loc} для InAs/AlGaAs КТ (0.8 эВ). Предварительные оценки [3] указали на гетеросистему GaSb/AlP, в которой ожидается формирование КТ с E_{loc} около 2 эВ, что должно обеспечить хранение заряда в таких КТ в течение $\gg 10$ лет. В докладе сообщается о получении новых гетероструктур с GaSb/AlP КТ и обсуждаются результаты исследования их энергетического строения.

Гетероструктуры были выращены методом молекулярно-лучевой эпитаксии на Si(100) подложках. После роста буферных слоёв GaP/Si выращивался слой AlP 300 нм, в центре которого формировались GaSb/AlP КТ. Рост КТ проходил путём осаждения 1.75 монослоёв GaSb при температуре подложки 450 °С с последующим прерыванием роста на 30 с. В целях предотвращения окисления гетероструктуры закрывались слоем GaP в 25 нм. Для сравнения была выращена структура с AlP-слоями без КТ.

Проведены измерения спектров низкотемпературной (5 К) нерезонансной стационарной фотолюминесценции (ФЛ) гетероструктур. Как видно из рис. 1, в спектре тестовой структуры присутствует группа полос ФЛ, связанная с рекомбинацией через глубокие уровни. В спектре структуры с КТ дополнительно присутствует полоса с максимумом на энергии 0.85 эВ, отмеченная стрелкой на рис. 1, которую мы связываем с рекомбинацией в КТ. Сопоставление данных ФЛ с результатами расчётов энергетического спектра GaAlSbP/AlP КТ позволило оценить E_{loc} в полученных КТ около 1.5 эВ. В соответствии с оценками [3] такое значение E_{loc} даёт основания ожидать длительного времени хранения заряда в КТ при комнатной температуре (~ 10 лет), что доказывает перспективность гетеросистемы GaSb/AlP для создания элементов универсальной памяти.

Выполнено с помощью гранта Российского научного фонда № 22-22-20031, <https://rscf.ru/project/22-22-20031/>, а также с помощью гранта Правительства Новосибирской области р-14.

[1] O. Tizno, et. al. *Scientific Reports* 9, 8950 (2019).

[2] A. Marent, et. al., *Semicond. Sci. Technol.* 26, 014026 (2011).

[3] D. Bimberg, T. Mikolajick, X. Wallart, *NVMTS 2019 - Non-Volatile Memory Technology Symposium* 8986178 (2019).

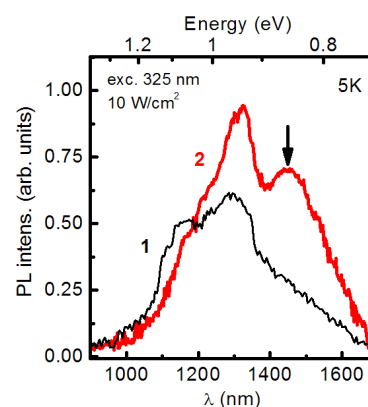


Рис. 1. Спектры стационарной ФЛ, измеренные при 5 К в режиме возбуждения в AlP матрице. 1 – ФЛ тестовой структуры без КТ, 2 – ФЛ структуры с GaSb/AlP КТ.