

Влияние ионно-лучевой литографии подложки на оптические свойства эпитаксиальных гетероструктур с InGaAs/GaAs квантовыми ямами

Ю. В. Капитонов, М. А. Кожаев

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
тел: (812) 428-45-70, эл. почта: kapiton22@gmail.com

Полупроводниковые гетероструктуры с InGaAs/GaAs квантовыми ямами (quantum well, QW) обладают интересными резонансными оптическими свойствами, связанными с высокой эффективностью взаимодействия 2D экситонной подсистемы со светом. Уровень развития метода молекулярно-лучевой эпитаксии позволяет создавать образцы высокого качества с достаточно большими областями однородности оптических свойств QW. Подобные наноструктуры имеют потенциальную возможность применения в качестве рабочей среды для логических элементов, способных бездиссипативно производить вычисления чисто оптическим образом [1, 2]. Следующим этапом на пути к созданию устройств на базе QW является латеральное фрагментирование таких структур. Одним из способов фрагментирования является литография сфокусированным ионным пучком подложки, используемой в дальнейшем для роста QW.

В данной работе было проведено исследование влияния ионной литографии подложки на оптические свойства выращенных на ней квантовых ям.

Для литографии подложек использовалась рабочая станция Carl Zeiss Cross-beam 1540XB, позволяющая проводить литографию остросфокусированным пучком ионов Ga⁺ с энергией 30 кэВ и током пучка 0.1 – 10 нА. Также рабочая станция оснащена сканирующим электронным микроскопом. На подложках (плоские кристаллы GaAs с ориентацией (100), толщиной 0.4 мм) было экспонировано несколько массивов линий с шагом 5 и 10 мкм и дозой 0.1—2 нА·с/см.

Затем на подложках с литографией был выполнен рост с помощью установки молекулярно-лучевой эпитаксии ЭП 1302. В данной работе на подложке были выращены три квантовых ямы с концентрацией индия $x = 2\%$ и толщиной 2, 3 и 4 нм, разделенные барьерными слоями GaAs толщиной 150 нм и более. Суммарная толщина всех эпитаксиальных слоев составляла 730 нм.

Для определения оптического качества QW использовался метод, основанный на наблюдении резонансного экситонного отражения при накачке широко-спектральными импульсами фемтосекундного лазера [3]. Измерения проводились в геометрии Брюстера, что позволяло получать сигнал от QW без паразитного сигнала, связанного с отражением от поверхности. Разница в толщине трех QW приводит к различию спектральных положений соответствующих им резонансных линий, что позволяло исследовать их независимо. Для каждой квантовой ямы, в областях образца с литографией и без нее, определялась радиационная ширина линии и полное уширение, включающее однородную и неоднородную компоненты.

Было показано, что литография подложки с дозами до 2 нА·с/см не приводит к уменьшению силы осциллятора в квантовой яме. Однако, процесс литографии приводит к дополнительному неоднородному уширению резонансных линий в спектрах отражения квантовых ям. Также было обнаружено влияние на последующий рост QW облучения подложки электронами, что, возможно, связано с образованием углеродородного загрязнения на поверхности образца.

Литература

1. I.Ya. Gerlovin, V.V. Ovsyankin, B.V. Stroganov and V.S. Zapasskii. *Nanotechnology*, 11, (2000).
2. I.Ya. Gerlovin, V.V. Ovsyankin, B.V. Stroganov and V.S. Zapasskii. *Journal of Luminescence*, 87-89, (2000).
3. С. В. Полтавцев, Б. В. Строганов. *ФТТ*, 52 (9), (2010).