

В.Ю. Паневин (асп., каф. ФПНЭ), Д.А. Фирсов, д.ф.-м.н., проф.

ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИЗ СТРУКТУР С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ InGaAs/GaAs

ABSTRACT: Results of investigation of infrared emission from vertically coupled In_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs quantum dot (QD) nanostructures with extended waveguide (1.2 μm thick) are presented. Under condition of interband optical and electrical pumping the spectra of near infrared interband spontaneous and stimulated emission from QD are obtained. The spectra of mid-infrared intraband interlevel emission from QD are obtained under interband optical pumping. The advantage of structure with extended waveguide for middle infrared emission obtaining is emphasized.

В последние годы активно ведутся работы по созданию новых полупроводниковых наноструктур, которые станут основой для лазеров среднего ИК (СИК) диапазона, работающих на внутризонных переходах носителей заряда. Одним из необходимых условий лазерной генерации является высокая степень инверсии населённости (ИН). В теоретических работах [*J.Singh. IEEE Photonics Technol. Lett. 8, 488 (1996)*] и [*Л.Е.Воробьёв. ПЖТФ 71(12), 745-751, (2000)*] был предложен механизм, обеспечивающий высокую степень внутризонной ИН между основным и возбуждённым состояниями квантовой точки (КТ), обусловленный двумя факторами: 1) относительно большим временем жизни в возбужденном состоянии КТ благодаря эффекту «узкого фононного горла», 2) интенсивной межзонной генерацией через основное состояние КТ, приводящей к уменьшению времени жизни свободных носителей на нём.

В данной работе представлены результаты исследований спектров межзонной (лежащей в ближнем ИК (БИК) диапазоне) и внутризонной (лежащей в СИК диапазоне) фото- и электролюминесценции наноструктур с вертикально связанными КТ In_{0.5}Ga_{0.5}As/GaAs, помещенными в расширенный волновод (шириной 1,2 мкм), сформированный слоями твердого раствора AlGaAs с градиентом состава, способствующий распространению СИК излучения.

При оптическом межзонном возбуждении структур с КТ аргоновым лазером получены спектры спонтанной межзонной люминесценции БИК диапазона, на которых присутствуют два пика, обусловленные переходами между основными и возбужденными состояниями электронов и дырок в КТ. При больших уровнях возбуждения наблюдалась генерация стимулированного БИК излучения, причем, как через основное, так и, в случае образца с большим уровнем оптических потерь, через возбужденное состояние КТ. Аналогичная картина наблюдалась и в спектрах электролюминесценции. Кроме того, в спектрах электролюминесценции были обнаружены пики, связанные с переходами между состояниями смачивающего слоя.

Также исследованы спектры спонтанной внутризонной люминесценции СИК диапазона с поверхности структур при межзонной оптической накачке. Обнаружен пик излучения, который может быть связан с переходами электронов между смачивающим слоем и основным уровнем в КТ. При более интенсивной накачке в таких КТ возможно появление внутризонной инверсии населенности.

Работа поддержана грантами INTAS, РФФИ, Минобрнауки РФ и программой ФТНС Минпромнауки РФ.