

УДК 621.375.826

В.Б.Поляков (4 курс, каф. ФПНЭ),
В.Ю.Паневин (асп. 3 года.), В.А.Шалыгин, к.ф.м.н., доц.

СПОНТАННОЕ И СТИМУЛИРОВАННОЕ МЕЖЗОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИЗ СТРУКТУР СО СТУПЕНЧАТЫМИ КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ

ABSTRACT: The mid infrared (IR) laser based on intraband intersubband electron transition in the stepped quantum well (QW) was theoretically predicted [1]. One of the necessary conditions for mid IR lasing is simultaneous intensive interband lasing through the ground state of electrons and holes in stepped QW. In present report the results of investigation of infrared interband spontaneous and stimulated emission spectra from nanoheterostructures with stepped quantum wells placed in waveguide for near IR emission are presented. The proposals to optimization of design of nanoheterostructures with the aim of mid IR emission observation are put forward.

Недавно в теоретической работе [1] был предложен лазер среднего ИК диапазона нового типа на основе наногетероструктур. Специальным образом сконструированная квантовая яма ступенчатой формы в условиях токовой инжекции или оптической накачки электронов и дырок обеспечивает появление внутризонной инверсии населенности электронов и получение стимулированного излучения среднего ИК диапазона при межподзонных переходах электронов. Одним из определяющих факторов при этом является стимулированное излучение ближнего ИК диапазона, возникающее при межзонной рекомбинации электронов и дырок. Это излучение стабилизирует концентрацию электронов и дырок на основном (нижнем) уровне квантовой ямы при высоком уровне инжекции.

В данной работе проведены экспериментальные исследования гетероструктур, содержащих ступенчатые квантовые ямы с тремя уровнями размерного квантования для электронов. Квантовые ямы (КЯ) помещены в волновод, обеспечивающий оптическое ограничение в ближнем ИК диапазоне. Исследованы структуры двух типов: с одиночной ступенчатой квантовой ямой и с 15 квантовыми ямами той же самой формы. Образцы представляли собой резонаторы Фабри-Перо. Целью работы являлось экспериментальное определение характеристик спонтанного и стимулированного излучения исследуемых структур.

Исследованы спектры излучения ближнего ИК диапазона в условиях оптической накачки импульсным лазером (длина волны генерации 532 нм, энергия 150 мкДж в импульсе длительностью 0,5 мкс). В спектрах спонтанной эмиссии структур наблюдался пик при $h\nu = 1370$ мэВ, связанный с рекомбинацией электронов и дырок через основные состояния. Кроме того, в коротковолновой области спектра дополнительно проявились спектральные особенности, обусловленные рекомбинацией носителей заряда через возбужденные состояния. При достаточно больших мощностях накачки в структурах обоих типов возникало стимулированное излучение, обусловленное межзонной рекомбинацией электронов и дырок через основные состояния. Величина порога лазерной генерации в структуре с 15 КЯ оказалась аномально большой.

На основании сравнительного анализа спектров спонтанного и стимулированного излучения для двух исследованных структур, а также сопоставления порогов лазерной генерации в ближнем ИК диапазоне сформулированы предложения по оптимизации структуры со ступенчатыми квантовыми ямами с точки зрения получения эмиссии в среднем ИК диапазоне.

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

ЛИТЕРАТУРА:

1. A.Kastalsky, L.E.Vorobjev, D.A.Firsov, V.L.Zerova, E.Towe. IEEE J. Quant. Electron., v.37 (2201), p.1356.