

УДК 621.373.826

М.А.Барзилович (5 курс, каф. ФППиНЭ), В.Л.Зерова (соиск., каф. ФППиНЭ),
Д.А.Фирсов, д.ф.-м.н., проф.

ВНУТРИЗОННАЯ РЕЛАКСАЦИЯ ОПТИЧЕСКИ ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ В ТУННЕЛЬНО-СВЯЗАННЫХ КВАНТОВЫХ ЯМАХ GaAs/AlGaAs

ABSTRACT: The way of use of the semiconductor heterostructure of tunnel-coupled quantum wells for mid infrared lasers is offered. The results of calculation of electron interlevel relaxation lifetimes are presented and the possibility of inversion population in the system of tunnel-coupled QW is shown. Calculation results are compared with the experimental data of picosecond absorption dynamics under intraband pumping.

Лазеры среднего ИК диапазона имеют широкий спектр областей применения, поскольку вращательные и колебательные спектры различных газообразных и жидких веществ лежат в указанном диапазоне. Поэтому такие лазеры могут с успехом быть использованы в спектроскопии, экологическом мониторинге, в медицине для непроникающей диагностики, для связи на короткие расстояния и т.д. В настоящей работе рассматривается структура с туннельно-связанными квантовыми ямами (КЯ) GaAs/AlGaAs, которая может служить основой для разработки лазера среднего ИК диапазона на межподзонных переходах электронов в квантовых ямах. Принцип работы такого "двухцветного" лазера подобен описанному в [1] и состоит в том, что внутризонная (межподзонная) инверсия населенности формируется между подзонами размерного квантования в гетероструктуре со специально сконструированной системой КЯ. В данном случае это трехуровневая система туннельно-связанных квантовых ям. Опустошение основного уровня в системе происходит за счет интенсивной лазерной генерации ближнего ИК диапазона на межзонных переходах, условия для которой создаются в той же структуре. Ранее туннельно-связанные КЯ были использованы в фонтанном лазере среднего ИК диапазона [2], имеющем иной принцип действия.

Представлен расчет параметров структуры, необходимой для реализации двухцветного лазера на трехуровневых туннельно-связанных квантовых ямах. Проведены расчеты времен жизни электронов на уровнях размерного квантования, связанных с рассеянием на оптических фонах и примесях и свидетельствующие о наличии инверсной заселенности между третьим и вторым уровнями размерного квантования при оптической межзонной или токовой накачке.

Представлены расчеты вероятностей захвата носителей заряда на уровни туннельно-связанных КЯ с учетом явления резонансного захвата. Показано, что захват происходит преимущественно на верхний (третий) уровень в КЯ, что позволяет надеяться на получение инверсии населенности между третьим и вторым уровнями в структурах с туннельно-связанными КЯ.

Путем решения системы скоростных уравнений с использованием рассчитанных времен жизни на уровнях в системе туннельно-связанных КЯ получены кривые временной динамики концентрации носителей заряда на уровнях размерного квантования при пикосекундной внутризонной оптической накачке. Эти результаты сопоставляются с данными экспериментального исследования пикосекундной динамики межподзонного поглощения света в системе туннельно-связанных КЯ в условиях межподзонной оптической накачки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. A.Kastalsky, L.E.Vorobjev, D.A.Firsov, V.L.Zerova, E.Towe. IEEE J. Quantum Electronics, 37 (2001), 1356.
2. O.Gauthier-Lafaye, P.Boucaud, F.H.Julien, et al. Appl. Phys. Lett., 71 (1997), 3619.