

Поворот плоскости поляризации излучения гетеролазеров под воздействием переменной ультразвуковой деформации

В. А. Горелов, Л. А. Кулакова

ФТИ им. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия
тел: (812) 292-71-55, эл. почта: vlad-gorelov@yandex.ru
тел: (812) 515-92-05, эл. почта: L.Kulakova@mail.ioffe.ru

Диодные лазеры с перестраиваемым спектром излучения являются основой как лазерной спектроскопии высокого разрешения, так и многих интерферометрических систем измерения и оптических систем связи. Упругие напряжения изменяют величину расщепления между подзонами размерного квантования и перемешивают волновые функции тяжелых и легких дырок.

В результате чего изменяются как частотные, так и поляризационные характеристики излучения. Введение переменной деформации может приводить к дополнительному расщеплению уровней легких и тяжелых дырок и соответствующему изменению поляризационных характеристик излучения с периодичностью ультразвуковой деформации. Изучение эффекта интересно не только с фундаментальной точки зрения, но и открывает новые возможности использования в устройствах обработки информации.

В работе анализируются полученные нами экспериментальные данные динамики излучения (в реальном масштабе времени) InGaAsP/InP гетеролазеров в присутствии переменной ультразвуковой деформации. Исследуемые структуры представляют собой две квантовые ямы и волноводный слой InGaAsP, ограниченный барьерами из InP. Ультразвуковое воздействие прикладывалось в направлении роста квантовой ямы, при этом наблюдался частотный сдвиг спектральной линии лазерного излучения, были получены данные о поляризационных свойствах излучения. С помощью использования дифференциальных методик измерения с высокой точностью получен переменный сигнал, связанный только с ультразвуковым воздействием. На основании расчетов в рамках теории возмущений получена формула, связывающая измеренный переменный сигнал с "технологическими" деформациями в системе и переменной ультразвуковой деформацией. Расчеты проводились в приближении низких надкритичностей и независимости квантовых ям. Был проведен расчет, обосновывающий данные

приближения. Оценки волноводных свойств структуры показали, что волновод не накладывает ограничений на применимость развитой теории. Аналитическая формула хорошо согласуется с экспериментальными данными и в простом приближении, предполагающим переходы из дна зоны проводимости в ВЕРШИНУ валентной зоны, имеет вид:

$$I_{\sim} \sim -\frac{2br\delta(t)}{\sqrt{3}(\Delta E)^2} - \frac{2br\delta(t)}{\sqrt{3}(\Delta E)^2} \cos 2\varphi + \frac{4d\varepsilon_{yz}\delta(t)}{\sqrt{3}(\Delta E)^2} \sin 2\varphi,$$

где b, d - константы деформационного потенциала, r - параметр, количественно характеризующий анизотропию в плоскости квантовой ямы, ε_{yz} - «технологическая деформация» в плоскости, перпендикулярной направлению распространения излучения, $\delta(t), \varphi$ - переменная ультразвуковая деформация и угол поворота призмы Глана соответственно. Исходя из этой формулы можно получить соотношение между различными «технологическими» деформациями в изучаемых структурах.

Главными результатами проведенных исследований являются а) демонстрация того, что в исследованных структурах можно управлять быстрой и непрерывной периодической перестройкой спектра гетеролазеров в диапазоне 60 GHz за половину периода звука (50 ns) с сохранением неизменной интенсивности излучения; б) выявление возможностей управления направлением генерируемого излучения, в) оценены относительные величины деформаций в исследуемой структуре.

Литература

1. Л. А. Кулакова, ФТТ. 51, 1, 73 (2009).
2. Л. А. Кулакова, ЖЭТФ, 131, 5, 790(2007)