Измерение электрооптического эффекта в сверхрешетках InAlAs/ InGaAlAs ИК-интерферометрической методикой

Е.А. Колосовский¹⁾, Л.А. Федюхин¹⁾, К.С. Журавлёв¹⁾, Д.В. Гуляев¹⁾, А.В. Горчаков²⁾, Д.В. Дмитриев¹⁾

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова 2

тел: +7(383)330-90-55, факс: +7(383)333-27-71, эл. почта: kolos@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-128

Электрооптический модулятор является ключевым компонентом интегральной микроволновой фотоники (радиофотоники). Существуют успешные реализации модулятора, выполненные по схеме Маха-Цендера (интерферометрического типа) на платформе InP-совмещенных InAlGaAsP гетероструктур. Основными характеристиками InP-модуляторов являются полуволновое напряжение, рабочая полоса частот, вносимые оптические потери, стабильность по температуре и положению рабочей точки. Основное их назначение - работа в полосе частот до сотен ГГц.

Оптические волноводы в модуляторе формируются в виде области сверхрешеток, см. Рис 1. Вследствие квантово-размерного эффекта Штарка в подобных гетеронаноструктурах с квантовыми ямами InGaAs/GaAs происходит вполне достаточное изменение показателя преломления при подаче напряжения ~ 1 В.

Мы предлагаем применять оптическую методику для непосредственного измерения скачка показателя преломления от прикладываемого напряжения на гетероструктуру, которая вполне может рассматриваться как составной многослойный интерферометр Фабри-Перо. Измерение R-отражения предлагается проводить в области угла Брюстера, при максимальном гашении отраженного луча, чтобы ЭО-эффект был замечен максимально. Используется р-поляризация.

N	образец C3611 Состав	Легир.		Толщина, нм
1	p-In _{0.53} Ga _{0.47} As	C ($5 \cdot 10^{18}$)		100
2	p-In _{0.52} Al _{0.48} As	C ($5 \cdot 10^{18}$)		200
3	СВШ 12 периодов(*)	-		287.4
4	n-In _{0.52} Al _{0.48} As	Si ($5 \cdot 10^{18}$)		300
5	InP substrate	-		$450 \cdot 10^3$
6	воздух			

(*) Четверной СВШ состав InGaAlAs слоя InAlAs (12.85 нм)/ In_{0.53}GaAlAs(11.7) нм получался чередованием тонких слоев InAlAs (1.75 нм) и InGaAs (0.59 нм).

Рис 1. Схема измерения ЭО-эффекта сверхрешеток (N3) на подложке InP. Напряжение прикладывается к 1-му и 4-му проводящему слою. В центре выделена сверхрешетка (СВШ).

Таким образом, методика даёт прямое и непосредственное измерение скачка показателя преломления, вследствие Штарк-электрооптического эффекта, на нужной, рабочей длине волны света. Методика позволяет отбраковывать и подбирать режимы технологии выращивания гетероструктур с нужными для модулятора параметрами сверхрешеток, по числу слоёв, их составу и толщине.

Литература

[1] E.T. Kunkee, Member IEEE, et. al, Electrorefractive Coupled Quantum Well Modulators: Model and Experimental Results // IEEE Jour. of Quantum Electronics., vol. 43, N 8, august 2007, p.641-650.