Гетероструктуры для мощных ИК диодов с РБО на 850 и 920 нм методом МЛЭ

Солдатов Н.А.¹, Дмитриев Д.В.², Журавлев К.С.²

¹ Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

² ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-131

Излучатели инфракрасного диапазона ($\lambda = 0.74 - 2000$ мкм) широко используются в технике ночного видения, инфракрасного освещения, дистанционного управления, видеонаблюдения и др. Однако, ввиду различных видов рассеяния и поглощения оптического сигнала в атмосфере большая часть ИК диапазона остаётся подавленной. При $\lambda = 850$ и 920 нм наблюдается наименьшее затухание оптического сигнала в атмосфере. Целью работы является создание ИК диодов на 850 и 920 нм с высокой выходной мощностью.

Для увеличения выходной мощности ИК диодов предлагается поместить распределенный брэгговский отражатель (РБО) под активной областью прибора. Принцип работы РБО заключается в чередовании материалов с большим и меньшим показателями преломления, где толщины каждого выбираются такими, чтобы $nd = \lambda/4$. Так, излучение, отраженное от границ раздела двух материалов, находится в фазе, что приводит к увеличению интенсивности излучения прибора в определённом диапазоне длин волн и, следовательно, его выходной мощности. На основе литературных данных [1], РБО, выращенный на гетероструктурах $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}/\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$, обладает наилучшим спектром отражения по сравнению с другими материалами и составами для $\lambda = 850$ и 920 нм.

Резкие гетерограницы, которые получаются в ходе роста полупроводниковых структур методом МЛЭ, являются барьерами для носителей зарядов, что может приводить к ухудшению электрооптических характеристик излучателя. Барьеры обусловлены образованием ОПЗ, состоящего из положительно заряженного обедненного электронами слоя в широкозонном $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$ и отрицательно заряженного обедненного дырками слоя в $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$. Для их устранения было предложено создание плавного перехода на гетерогранице и модуляционное легирование гетероструктур [2].

Теоретически рассчитаны толщины слоев РБО для 850 нм: $L_{x=0.9} = 69$ нм и $L_{x=0.1} = 60$ нм; для 920 нм: $L_{x=0.9} = 76$ нм и $L_{x=0.1} = 66$ нм. Минимальное число пар слоёв необходимое для достижения коэффициента отражения $R > 90\%$ составляет 25 периодов РБО.

На установке Riber Compact-21T были синтезированы тестовые образцы, измерены спектры отражения и удельные сопротивления. На основании полученных результатов разработаны подходы роста мощных излучателей на 850 и 920 нм.

[1] Su-Chang Ahn. *Optimum Conditions of the Distributed Bragg Reflector in 850-nm GaAs Infrared Light-Emitting Diodes* / Su-Chang Ahn, Byung-Teak Lee, Won-Chan An // *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. **69**, No. 1, (2016), pp. 91~95

[2] E. F. Schubert. *Elimination of heterojunction band discontinuities by modulation doping* / E. F. Schubert, L. W. Tu, G. J. Zydzik, R. F. Kopf, A. Benvenuti, and M. R. Pinto // *Journal of Applied Physics*, **60**, 466 (1992).