

Исследование спектров пропускания многослойных гетероэпитаксиальных структур на
основе КРТ

А.В. Никонов^{1,2}, Н.И. Яковлева¹, В.П. Пономаренко^{1,2,3}

¹ГНЦ РФ АО «НПО «Орион»

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³АО «Швабе-Фотоприбор»

Современные тепловизионные и тепlopеленгационные системы круглосуточного обнаружения, распознавания, наблюдения, разведки, точного наведения и управления огнем ориентированы на использование МФПУ второго и третьего поколений, которые регистрируют собственное тепловое излучение объектов, его пространственное распределение и имеют высокую информативность [1]. Наиболее высокая чувствительность систем в ИК-диапазоне достигается при использовании МФПУ с фотодиодными матрицами на основе тройного полупроводникового материала КРТ. Для повышения вероятности распознавания объектов наиболее перспективным является использование детектирования излучения от объектов в двух и более спектральных диапазонах [2]. Применение многоэлементных фотодиодных матриц на основе КРТ в космической оптико-электронной аппаратуре является перспективным направлением развития оборонной ИК-техники.

Современные методы исследования ГЭС КРТ должны представлять собой эффективный инструмент для оценки технологии создания многослойных гетероэпитаксиальных структур тройного соединения кадмий-ртуть-теллур. В рамках исследования реализована задача моделирования спектров пропускания сложных многослойных ГЭС КРТ, а также решение обратной задачи восстановления параметров ГЭС КРТ (значений состава, толщины, коэффициентов преломления всех слоёв в многослойной гетероэпитаксиальной структуре) по спектрам пропускания.

Вопрос прохождения излучения через многослойные полупроводниковые гетеросистемы изучен рядом авторов. В современных гетероэпитаксиальных структурах твёрдых растворов КРТ присутствует буферные, варизонные слои, а также рабочие фоточувствительные слои различного состава; поэтому становится необходимым использовать сложные математические модели, учитывающие свойства всех перечисленных слоев. В более ранних работах данные расчеты не проводились.

Для вычисления коэффициентов отражения и пропускания многослойной гетеросистемы использовался матричный метод Абея. Особенностью используемого в данной работе метода являлось то, что учитывалось не только поглощение в подложке, но и

отражение от границы воздух подложка. Разработано программное обеспечение для исследования и моделирования спектров пропускания ГЭС КРТ, позволяющее определять параметры рабочих слоёв КРТ путем приближения экспериментальной кривой с расчетной, варьируя начальные параметры. При моделировании учитывается наличие и влияние рабочих, варизонных, буферных слоёв КРТ, поглощения в подложке, неровности верхнего слоя.

Разработанная методика расчёта параметров многослойных ГЭС КРТ заключается в том, что для паспортных значений состава и толщин рабочих слоев строится теоретический спектр пропускания и функция среднеквадратического отклонения теоретического и измеренного спектров. Затем методом градиентного спуска при плавном изменении параметров (составы и толщины ГЭС КРТ, толщина буферного и варизонных слоёв, температура и др.) теоретического графика находится функция наилучшего приближения теоретического и измеренного спектров пропускания. По полученному графику зависимости спектра пропускания определяют составы и толщины рабочих слоев КРТ, толщины буферных и варизонных слоев. Методика применялась для исследования многослойных гетероэпитаксиальных структур КРТ, получаемых различными эпитаксиальными методами (молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), жидкофазной эпитаксии (ЖФЭ) и мосгидридной эпитаксии (МОСГЭ)).

Литература

1. *Филачев А.М., Таубкин И.И., Трищенко М.А.* Твердотельная фотоэлектроника. Фотодиоды. / М.: Физматкнига, 2011. – 448 с.
2. *Бурлаков И.Д., Пономаренко В.П., Филачев А.М., Дегтярев Е.В.* Фотоприемные устройства для тепловизионной аппаратуры нового поколения. – Прикладная физика. – 2007. – № 2. – С. 43-53.