Фотоприемники лазерного излучения с $\lambda=1.06$ мкм

А.Е. Маричев¹⁾, В.С. Эполетов¹⁾, Р.В. Левин¹⁾, М.З. Шварц¹⁾, Б.В. Пушный¹⁾

¹⁾ Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург,
194021, Политехническая, 26

DOI 10.34077/RCSP2019-161

Появление лазеров (оптических квантовых генераторов) способствовало становлению интенсивному развитию новых научных направлений и областей. Одним из таких направлений становится беспроводная передача энергии по оптическому каналу (в атмосфере и по оптоволокну).

Была предложена энергетическая схема преобразователя мощного лазерного излучения похожая на схему полупроводникового лазера на основе двойной гетероструктуры (ДГС), где материал активной области должен иметь ширину запрещенной зоны близкой к краю поглощения квантов излучения ($E_g = 1.17$ эВ, 300 К) и прямую структуру зон. Активная зона располагается между слоями с электронной и дырочной проводимостями, аналог лазера, но лазерное излучение характеризуется монохроматичностью и высокой плотностью мощности излучения.

Эксперименты по выращиванию были выполнены на установке AIXTRON AIX-200 методом газовой фазной эпитаксии из металлоорганических соединений на подложках InP n-типа проводимости, ориентированных в плоскости (100) разориентированных на 4° в направлении (111), при температуре роста $T_r=600^\circ\text{C}$ и давлении $P=100$ мбар. Поток несущего газа (H_2) составлял – $F_{\text{с}} = 5$ л/мин. В качестве источников III группы использовались: триметилиндий [TMIn] и триэтилгаллий [TEGa], в качестве источников элементов V группы: арсин [AsH_3] и фосфин [PH_3]. В качестве донорной легирующей примеси использовался: силан [SiH_4] или диэтилтелур [DETe], в качестве источника акцепторной примеси использовался диэтилцинк [DEZn].

На первом этапе проведенных исследований были изготовлены классические фотоэлектрические преобразователи [ФЭП] с p-n переходом и с шириной запрещенной зоны активной области материала $E_g = 1.17$ эВ. Была разработана технология изготовления твердых растворов InGaAsP на подложках InP, которые находятся на границе области спинодального распада. Внешний квантовый выход фотоэлектрического преобразователя достигал 40% без просветляющего покрытия, спектральный фотоотклик достигал 0.45 А/Вт.

На следующем этапе были изготовлены фЭП на основе p-i-n структур. На подложке InP n - типа проводимости был выращен буферный (барьерный) слой n-InP легированный DETe с концентрацией $n = 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и толщиной 1 мкм, на нем был выращен слой n-InGaAsP толщиной 100 нм и концентрацией $n = 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ использующийся для понижения барьера. Затем был выращен нелегированный слой InGaAsP толщиной 0.57 мкм и $E_g = 1.17$ эВ использующийся в качестве фотопоглощающего слоя, по верх которого были выращены слои: p-InGaAsP с толщиной до 100 нм и концентрацией $p = 1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и p-InP с толщиной равной 1 мкм и концентрацией $p = 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. В качестве подконтактного слоя использовался тройной твердый раствор p-InGaAs толщиной 200 нм и концентрацией $p = 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

Данные приборные структуры проходят процесс литографии для изготовления рисунка и монтажа.

Литература

- [1] О.Н. Крохин. Передача электрической энергии посредством лазерного излучения, УФН, 176, 441-444.
- [2] А.Е. Marichev, R.V. Levin, G.S. Gegis and A.B. Gordeeva, Journal of Physics: Conference Series 741 (2016) 012039.