Мощный фотодиод Шоттки для оптоволоконной линии передачи СВЧ-сигналов

Журавлев К.С.¹, Дмитриев Д.В.¹, Торопов А.И.¹, Валишева Н.А.¹, Аксенов М.С.¹,
Гилинский А.М.¹, Чистохин И.Б.¹, Чиж А.Л.², Микитчук К.Б.²

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» Национальной академии наук Беларуси, 220072, Минск, пр. Независимости, 68

DOI 10.34077/Semicond2019-427

Развитие технологий передачи широкополосных сигналов по волоконно-оптическим линиям открыло новые возможности для создания систем передачи аналоговых СВЧ- и КВЧ-сигналов с характеристиками, недостижимыми при использовании традиционных сред передачи. Основные преимущества аналоговых волоконно-оптических линий по сравнению с существующими СВЧ-кабелями обусловлены малыми погонными потерями волоконно-оптических кабелей (менее 0.2 дБ/км против 1–10 дБ/м в СВЧ-кабеле), сверхширокополосностью оптического канала передачи, его невосприимчивостью к электромагнитным помехам и полной гальванической развязкой цепей, малыми массой и размерами. Благодаря этим преимуществам волоконно-оптические линии передачи аналоговых сигналов перспективны для использования в целом ряде применений – радиолокации, распределенных системах радиосвязи, измерительной СВЧ-технике.

Для построения волоконно-оптических линий передачи аналоговых СВЧ-сигналов с широким динамическим диапазоном требуется применение мощных фотодиодов, обеспечивающих выходной ток в десятки миллиампер (выходная СВЧ-мощность до десятков милливатт) в полосе частот до десятков гигагерц. В настоящей работе описываются разработанные конструкция и технология изготовления мощных СВЧ-фотодиодов для применения в волоконно-оптических линиях передачи СВЧ-сигналов, использующих диапазоны длин волн 1.33 и 1.55 мкм. Фотодиоды выполнены в виде чипов, изготавливаемых на основе двойной гетероструктуры InAlAs/InGaAs, выращиваемой на подложке InP методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Чип фотодиода содержит меза-структуру с барьером Шоттки и массивными металлическими контактами, обеспечивающими высокую электро- и теплопроводность. Контакты фотодиодов выполняются в виде микрополосков, с помощью которых чипы фотодиодов монтируются непосредственно в СВЧ-линию передачи. Подача излучения производится через подложку, прозрачную в указанном диапазоне длин волн.

Изготовленные фотодиоды демонстрируют низкие значения обратного темнового тока 0.05–0.2 нА. Емкость фотодиодов с диаметром меза-структуры 15 мкм при напряжении смещения –2 В равна 100 фФ. Чувствительность фотодиодов на длине волны 1.55 мкм составляет 0.45–0.55 А/Вт. Максимальная выходная мощность фотодиодов с диаметром меза-структуры 15 мкм на частоте 20 ГГц составляет 58 мВт, а их предельная рабочая частота равна 28 ГГц. Достигнутые значения рабочей частоты и выходной мощности разработанных фотодиодов соответствуют текущему мировому уровню (см. рисунок).