Мощные СВЧ-фотодиоды Шоттки с малым коэффициентом амплитудно-фазового преобразования шума

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

¹ ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» Национальной академии наук Беларуси, 220072, Минск, пр. Независимости, 68,

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

DOI 10.34077/Semicond2019-434

Аналоговые волоконно-оптические линии передачи являются базовыми элементами систем радиофотоники и выступают альтернативой коаксиальным кабелям при передаче, генерации и обработке СВЧ-сигналов благодаря низким потерям на распространение сигнала в оптическом волокне, сверхширокой полосе рабочих частот, высокой устойчивости к электромагнитным помехам, возможности многоканальной передачи сигналов, малой массе и размерам. Эффективность применения таких систем, однако, в целом ряде задач может существенно ограничиваться избыточным фазовым шумом, возникающем в выходном СВЧ-сигнале из-за зависимости временных и фазовых характеристик используемого фотоприемника от мощности оптического сигнала, приводящей к преобразованию шума лазерного излучения в фазовый шум выходного сигнала.

В настоящей работе амплитудно-фазовое преобразование, приводящее к появлению избыточного фазового шума, исследовано в мощных СВЧ-фотодиодах Шоттки. Показано, что с помощью управления напряжением обратного смещения таких фотодиодов можно получить низкий коэффициент амплитудно-фазового преобразования.

Исследовались характеристики мощных СВЧ-фотодиодов, изготовленных в ИФП СО РАН на основе гетероэпитаксиальных структур InAlAs/InGaAs, выращенных на подложках InP (001). Чипы фотодиодов содержат меза-структуру с барьером Шоттки и массивными металлическими контактами, обеспечивающими высокую электро- и теплопроводность. Контакты выполнены в виде микрополосков, с помощью которых чип монтируется в СВЧ-линию передачи. Подача излучения производится через подложку. Фотодиоды с диаметром меза-структуры 15 мкм обеспечивают выходную СВЧ-мощность до 58 мВт на частоте 20 ГГц и частотный диапазон до 28 ГГц.

На рисунке показаны зависимости коэффициента амплитудно-фазового преобразования от среднего фототока фотодиода, измеренные для различных напряжений смещения, при частоте модуляции излучения 20 ГГц. Как видно, при увеличении напряжения смещения коэффициент амплитудно-фазового преобразования в мощном СВЧ-фотодиоде Шоттки снижается и при напряжении обратного смещения 3 В и величине фототока до 30 мА достигается величина коэффициента амплитудно-фазового преобразования менее 1.5 рад/Вт, что значительно ниже, чем у лучших коммерчески доступных мощных СВЧ-фотодиодов, имеющих коэффициент амплитудно-фазового преобразования 5 рад/Вт [1]. Это позволяет использовать разработанные фотодиоды с барьером Шоттки в системах генерации, передачи и обработки СВЧ-сигналов с низким фазовым шумом,

[1] https://www.discoverysemi.com/Product_Pages/DSC-xHLPD.php