Инфракрасная радиометрия на основе многорядных инфракрасных фотоприемных устройств

К.О. Болтарь^{1,2)}, И.Д. Бурлаков^{1,3)}, С.В. Головин¹⁾, А.В. Никонов^{1,2)}, Н.И. Яковлева¹⁾

¹ АО «НПО «Орион», Москва, 111538, ул. Косинская, 9

² МФТИ, Москва, 117303, ул. Керченская, д. 1А, корп. 1

³ МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, 119454, проспект Вернадского, 78

DOI 10.34077/RCSP2019-61

В основу принципа действия инфракрасных радиометров положено преобразование ИК-излучения от объектов наблюдения в электрические сигналы, на основе которых формируется видимое изображение или задается механизм обработки параметров наблюдаемых объектов при различных фоновых потоках. Для работы в заданных диапазонах ИК области спектра радиометры включают в свой состав специальные крупноформатные, высокочувствительные фотоприемные устройства (ФПУ), использующие матрицы фоточувствительных элементов (МФЧЭ) с обработкой данных в БИС считывания. Среди различных полупроводниковых материалов, чувствительных в ИК области спектра, тройные растворы HgCdTe являются лучшим полупроводниковым соединением с точки зрения достижения максимальных фотоэлектрических параметров [1, 2] в заданных ИК диапазонах спектра, что связано с выбором архитектуры фоточувствительных элементов с уменьшенным влиянием тепловых процессов при детектировании излучения.

Рис. 1. Температурные зависимости темнового тока ФПУ среднего волнового спектрального диапазона $\Delta\lambda = 3,5 - 4,1$ мкм

Для включения в состав инфракрасного радиометра изготовлены по планарной технологии на основе гетерозипитаксиальных структур с поглощающим слоем HgCdTe *p*-типа проводимости ФПУ, чувствительные в средневолновом и длинноволновом ИК диапазонах спектра. Проведены исследования темновых токов и шумов фоточувствительных элементов (ФЧЭ) многорядных фотоприемных модулей на основе гетерозипитаксиальных (ГЭС) структур HgCdTe с шагом 28 мкм средневолнового и длинноволнового ИК диапазонов спектра при обратном напряжении смещения $V = -0,1$ В. На рис. 1 показана температурная зависимость темнового тока для образца средневолнового диапазона спектра ($\Delta\lambda = 3,5-4,1$ мкм). Значение обнаружительной способности $D^* \geq 10^{12}$ для ФПУ средневолнового диапазона достигается при темновых токах менее 10^{-11} А, что достижимо для температуры охлаждения $T = 80$ К.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования величин и источников выходного шума ФПУ длинноволнового ИК диапазона спектра в зависимости от времени накопления в диапазоне $T_{\text{нак}} = 25 - 200$ мкс. Показано, что шум прибора включает шум ФЧЭ и входной ячейки считывания мультиплексора. Шум фотодиода он включает шум ячейки считывания, который должен быть существенно меньше шума фотодиода, а емкость накопления ячейки считывания для ФПУ длинноволнового диапазона должна быть менее 10 фФ.

Литература

- [1] Rogalski A., HgCdTe infrared material: History, status, and outlook // Rep. Prog. Phys., 68, 2267-2336 (2005).
- [2] К.О. Болтарь, И.Д. Бурлаков, А.М. Филачев, Н.И. Яковлева, МСТ LWIR 6×576 FPA, // Applied Phys. (rus). No 3, 2012, pp.61-65.