

## Влияние геометрического фактора пикселя на пространственное разрешение линейных фотоприемников СВИК-диапазона на основе материала кадмий – ртуть – теллур

В.В. Васильев<sup>1</sup>, А.В. Вишняков<sup>1</sup>, И.В. Сабинаина<sup>1</sup>, Г.Ю. Сидоров<sup>1</sup>, В.А. Стучинский<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Экспериментально исследовано влияние величины отношения размера диода к размеру пикселя на пространственное разрешение линейных фотовольтаических фотоприемников (ФП) средневолнового инфракрасного (СВИК) диапазона на основе материала кадмий – ртуть – теллур (КРТ). Измерения, проведенные на линейных ФП формата 288×4 элементов, изготовленных с применением молекулярно-лучевой эпитаксии, показали, что разрешение изученных ФП на основе материала КРТ с длиной диффузии фотоносителей ~ 40 мкм возрастает с увеличением размера диодов при постоянном шаге пикселей.

**Ключевые слова:** *HgCdTe, фотоприемники средневолнового инфракрасного диапазона, разрешение фотоприемника, фотодиод, пиксель, геометрический фактор пикселя, функция рассеяния линии, частотно-контрастная характеристика, моделирование методом Монте-Карло, эквивалентная шуму разность температур.*

### Введение

Линейные и матричные фотоприемные структуры фокальной плоскости на основе материала кадмий – ртуть – теллур (КРТ) находят широкое применение во многих областях науки и техники в силу возможности подстройки спектральной чувствительности фоточувствительного материала на желаемый диапазон путем изменения состава [1–6]. Кроме того, такие фотоприемники характеризуются высокими значениями эксплуатационных параметров (чувствительность, обнаружительная способность, разрешение и др.). Дальнейшее увеличение значений таких параметров предполагает оптимизацию геометрии элементов фотоприемных структур и характеристик их фоточувствительного материала. Отметим, что достаточно часто выбор оптимальных значений того или иного параметра в задаче с двумя целевыми характеристиками носит характер компромисса. Такая ситуация возникает, например, тогда, когда влияние изменения величины оптимизируемого параметра на разные целевые характеристики имеет разный знак. Так, уменьшение длины диффузии фотоносителей в слое фоточувствительного материала матричных фотоприемников способствует лучшему разрешению, одновременно ухудшая фотосигнал [7].

Предметом настоящей работы являлось экспериментальное изучение зависимости пространственного разрешения линейных КРТ-фотоприемников от геометрического фактора (ГФ) пикселя – отношения размера диода к размеру пикселя. Величина ГФ варьировалась путем изменения размера диодов при фиксированном размере пикселей. Для случая матричных фотоприемных устройств (ФПУ) такая зависимость ранее изучалась в расчетных работах [8, 9], в которых было получено, что увеличение латеральных размеров фотодиодов при постоянном размере пикселей приводит в определенных условиях к улучшению разрешения фотоприемника на частоте Найквиста. Отметим здесь, что, поскольку типичные линейные ФПУ, реализующие режим работы с временной задержкой накопления (ВЗН), представляют собой некоторый фрагмент матрицы, можно полагать, что должно существовать подобие между выводами, которые могли бы быть сделаны в обсуждаемом отношении для матричных и линейных ФПУ.

Принятый в настоящее время способ описания пространственного разрешения фотоприемных структур фокальной плоскости базируется на использовании частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) (*англ.* – Modulation Transfer Function (MTF)), характеризующей степень уменьшения глубины пространственной модуляции регистрируемого фотоприемником фотосигнала по сравнению с модуляцией засветки из-за размытия изображения на высоких пространственных частотах [10–12]. Значение ЧКХ на данной пространственной частоте  $f$  представляет собой отношение амплитуды гармоники фотосигнала с данной частотой и амплитуды гармоники засветки с той же частотой, нормированное таким образом, чтобы это отношение было равно единице на нулевой пространственной частоте. Это отношение спадает на больших частотах, периодически обращаясь в нуль вблизи частот, кратных удвоенной частоте Найквиста (см., например, [13]).