Инфракрасные фотоприемные модули мегапиксельного формата на основе ГЭС КРТ МЛЭ на подложках из кремния

Сидоров Ю.Г., Сабина И.В., **Сидоров Г.Ю.**, Марин Д.В., Васильев В.В., Якушев М.В., Макаров Ю.С., Зверев А.В., Марчишин И.В., Предеин А.В., Варавин В.С., Бударных В.И., Дворецкий С.А., Вишняков А.В., Ремесник В.Г., Горшков Д.В., Латышев А.В.

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

DOI 10.34077/Semicond2019-421

Твердые полупроводниковые растворы кадмий-ртуть-теллур (КРТ) являются «материалом выбора» для разработки и создания охлаждаемых гибридных фотоприемных модулей (ФПМ) чувствительных практически во всех диапазонах ИК-спектра [1,2,3]. Благодаря преимуществам метода молекулярно лучевой эпитаксии (МЛЭ) стало возможным изготовление материала приборного качества на несогласованных подложках, таких как GaAs и Si. Помимо более низкой стоимости, применение кремния в качестве подложек позволяет избежать возникновения термомеханических напряжений в охлаждаемых гибридных ФПМ, увеличивая тем самым и их ресурс, и предельный формат.

Непрерывная работа по улучшению технологии изготовления ГЭС КРТ МЛЭ и фоточувствительных модулей на их основе ведущаяся в ИФП СО РАН в последние годы позволила существенно улучшить их параметры, вплотную приблизившись к зарубежным аналогам. К числу ключевых изменений можно выделить специально разработанную архитектуру слоев ГЭС КРТ, позволяющую увеличить однородность рабочих смещений на диодах в том числе на матрицах большого формата, кроме того, в состав слоев был введен коротковолновый фильтр. Достигнутое качество ГЭС КРТ на подложках из кремния позволяет использовать его для всех изготавливаемых ФПМ.

Получены первые результаты в части разработки фотоприемников с повышенной рабочей температурой. Отработана технология изготовления р-на-п диодов для диапазона 1-3 мкм, что позволило создать приемники с рабочей температурой до 170К. Для диапазона 3-5 мкм рабочая температура диодов типа п-на-р повышена до 110-120К.

Разработана и изготовлена высокоскоростная кремниевая схема считывания сигнала формата 384×288 обеспечивающая полнокадровую частоту до 680Гц, с возможностью повышения частоты в режиме окна. На ее основе изготовлены ФПМ для диапазона 8-10 мкм.

Разработана технология травления мез для изготовления матриц фотодиодов с разделенными соседними фотодиодами. Разработана технология нанесения нового диэлектрического покрытия с более высокой однородностью свойств границы раздела.

За счет доработки технологий фотолитографии и гибридной сборки были изготовлены матрицы фотодиодов, а затем и ФПМ большой площади (до 4×4 см) с шагом между элементами 20 мкм форматом 2000×2000 элементов. Разработана архитектура и технология гибридизации ФПМ формата 1500×1500 элементов пригодных для мозаичной стыковки с зазором между модулями менее 120 мкм для изготовления ФПУ формата 3000×3000 элементов. В работе представлены основные параметры ФПМ форматов 4×288, 320×256, 384×288, 640×512, 1024×1024, 1500×1500 и 2000×2000 изготовленных на основе ГЭС КРТ МЛЭ на подложках из кремния.

Работы по разработке мегапиксельных фотоприемников выполнены совместно с НПО Восток и лабораторией №14 ИФП СО РАН: А.П. Ковчавцев, В.М. Базовкин, В.Г. Половинкин, А.А. Гузев, А.В. Царенко.

[1] Fossum E., Pain B. *Proc. SPIE.* 2020, 262, (1994)

[2] Tribolet Ph., Hirel Ph., Lussereau A., Vuillermet M. *Proc. SPIE.* 2252, 369, (1994)

[3] Рогальский А. *Инфракрасные детекторы.* – Пер. с англ. /Под ред. А.В. Войцеховского. – Новосибирск: Наука, (2003).