

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Индустрия наносистем

Тема: Разработка технологии получения фоточувствительных материалов и многоэлементных фотоприемников на их основе для спектральных областей 2.5-3.5; 2.5-4.5; 2.5-5.5 мкм на основе диодных гетероструктур из твердых растворов арсенида индия

Соглашение 14.576.21.0057
на период 2014 - 2016 гг.

Руководитель проекта: д.ф.-м.н. Матвеев Б.А.

Получатель субсидии: ООО «ИоффеЛЭД»

Цели и задачи проекта

1. Разработка полупроводниковых фоточувствительных материалов и лабораторной технологии их получения для матричных инфракрасных фотоприемников и тепловизоров гражданского назначения с повышенной рабочей температурой не менее чем в 1,3 раза и/или сниженным энергопотреблением не менее чем в 2 раза и/или уменьшенными габаритами и весом не менее чем в 2 раза.
2. Разработка полупроводниковых материалов, фоточувствительных в спектральных областях 2.5-3.5; 2.5-4.5; 2.5-5.5 мкм на основе диодных гетероструктур из твердых растворов арсенида индия и лабораторной технологии их получения.
3. Разработка одноэлементных и многоэлементных приемников фоточувствительных в спектральных областях 2.5-3.5; 2.5-4.5; 2.5-5.5 мкм на основе диодных гетероструктур из твердых растворов арсенида индия, работающих в интервале температур 150-350 К, обладающих параметрами чувствительности, многократно превышающими существующий мировой уровень, и лабораторной технологии их получения.

Ожидаемые результаты проекта

Будут разработаны: технологии получения полупроводниковых фоточувствительных материалов чувствительных в спектральной области 2.5-3.5, 2.5-4.5, 2.5-5.5 мкм на основе многослойных гетероструктур InAs(Sb, P)/InAsSbP; методики постростовой обработки полупроводниковых гетероструктур на основе твердых растворов арсенида индия для формирования одиночных и матричных элементов фотоприемного устройства и методики корпусирования одиночных и матричных элементов фотоприемного устройства; методики измерения основных характеристик фотоприемного элемента в интервале температур 150-350 К (вольт-амперных, вольт-фарадных характеристик, быстродействия).

Будут получены: экспериментальные образцы полупроводниковых фоточувствительных материалов на основе многослойных гетероструктур из узкозонных соединений АЗВ5, и одно- и многоэлементных фотоприемников на их основе, фоточувствительные в спектральной области 2.5-3.5, 2.5-4.5, 2.5-5.5 мкм с характерными размерами одиночного элемента 50 и 200 мкм.

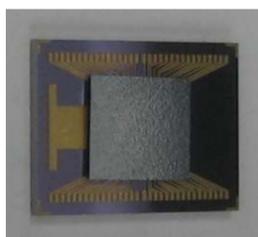
Перспективы практического использования

Разрабатываемый продукт, является ключевым элементом для создания фотоприемных устройств, работающих в средней ИК области спектра, обладающих параметрами чувствительности и быстродействия значительно (на порядки величины), превосходящими существующий уровень российских разработок.

Использование полученных результатов выполненных прикладных научных исследований и экспериментальных разработок, дает возможность значительно улучшить параметры чувствительности и быстродействия фотоприемных устройств, работающих в средней ИК области спектра (3-5 мкм), используемых в быстродействующих спектрометрах, системах дистанционного зондирования земли и приборах ночного видения.

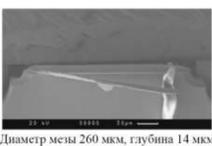
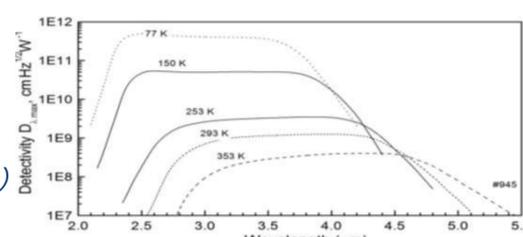
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Созданы экспериментальные образцы фоточувствительных материалов на основе одиночных и двойных гетероструктур InAs/InAsSbP. Разработана технология, получены и проведены испытания одноэлементных и многоэлементных фотоприемников, чувствительных в спектральной области 2.5-3.5, 2.5-4.5 мкм, с характерными размерами одиночных элементов до 200 мкм и до 50 мкм (в одном направлении) показавшие имеющие значения квантовой эффективности 78%. Проведенные испытания полученных экспериментальных образцов материалов и фотоприемников на их основе показали соответствие полученных параметров требованиям ТЗ. При этом достигнутые значения обнаружительной способности ($5E14 \text{ см}^2/\text{Вт}^{-1}$ при 100 К) более чем в 4 раза превосходят параметры фотоприемников на основе "барьерных" nВn структур. По результатам выполненных работ направлено в печать 4 публикации, сделаны доклады на 2-х конференциях и подана 1 заявка на изобретение

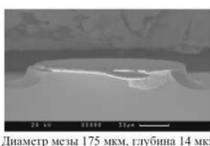


Одиночные и многоэлементные фотодиоды
 $\lambda = 3.3 \text{ мкм}$ на основе ДГС P-InAsSbP/n-InAs/P-InAsSbP/n+-InAs:
 $C \approx 1 \text{ пФ}$, 25 пФ ($D=35, 175 \text{ мкм}$), $U=0 \text{ В}$, 300 К;
 $D^* = 1E15 \text{ см}^2/\text{Вт}^{-1}$ (100 К)

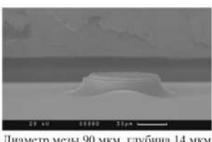
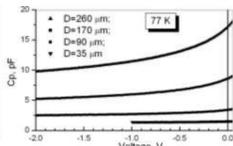
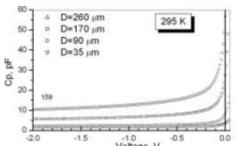
Фотодиодные флип-чип линейки
1x64 ($\lambda=4.2 \text{ мкм}$)
Размер элемента: $\approx 25 \times 220 \text{ мкм}$;
 $D^* \approx (1-2)E9 \text{ см}^2/\text{Вт}^{-1}$ (300 К);
 $C_0 = 3 \text{ пФ}$ (77 К) ($\tau = RC_0 = 150 \text{ пс}$, $R = 50 \text{ Ом}$)



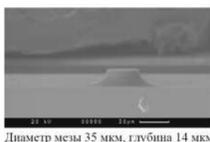
Диаметр мезы 260 мкм, глубина 14 мкм



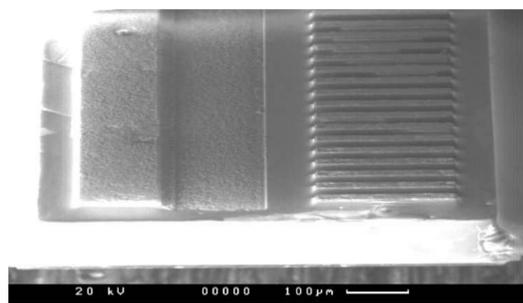
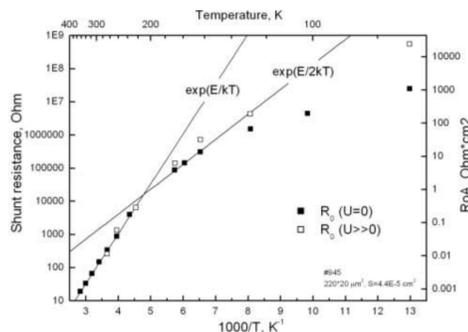
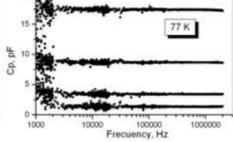
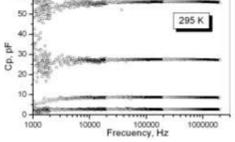
Диаметр мезы 175 мкм, глубина 14 мкм



Диаметр мезы 90 мкм, глубина 14 мкм



Диаметр мезы 35 мкм, глубина 14 мкм



Партнеры проекта

Индустриальный партнер: ОАО "ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ "ЭЛЕКТРОН" - базовый научный центр, ведущее предприятие России по разработке и производству фотоэлектронных приборов и устройств. Осуществляет финансовую поддержку исследовательских работ, выполняемых в рамках проекта с целью дальнейшего использования результатов выполненных прикладных научных исследований и экспериментальных разработок.

Ключевой соисполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур Российской академии наук (осуществляет разработку технологии и сборку фотоприемных элементов)