

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

УДК 621.315.592

DOI: 10.17223/00213411/64/5/3

А.В. ВОЙЦЕХОВСКИЙ¹, С.Н. НЕСМЕЛОВ¹, С.М. ДЗЯДУХ¹,
С.А. ДВОРЕЦКИЙ^{1,2}, Н.Н. МИХАЙЛОВ², Г.Ю. СИДОРОВ², М.В. ЯКУШЕВ²

ТЕМНОВЫЕ ТОКИ УНИПОЛЯРНЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР
НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ И РТУТИ ДЛЯ ДЛИННОВОЛНОВЫХ
ИНФРАКРАСНЫХ ДЕТЕКТОРОВ *

Изготовлены два вида длинноволновых nBn -структур на основе теллурида кадмия и ртути, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках из GaAs(013). Для каждого вида приборов боковые стенки мезаструктур пассивировались диэлектрической пленкой Al_2O_3 или оставлялись без пассивации. Содержание CdTe в поглощающих слоях было равно 0.20 и 0.21, а в барьерных слоях – 0.61 и 0.63. Темновые токи изготовленных приборов исследованы в широком диапазоне смещений и температур. Найдены значения компоненты поверхностной утечки в различных условиях. Показано, что плотность тока поверхностной утечки уменьшается при пассивации пленкой Al_2O_3 . Установлено, что при комнатной температуре в nBn -структурах при обратных смещениях доминирует компонента поверхностной утечки, а при прямых смещениях темновой ток определяется совместным влиянием компоненты поверхностной утечки и объемной компоненты тока. Из графиков Аррениуса найдены значения энергий активации компоненты тока поверхностной утечки, которые при небольших обратных смещениях находятся в диапазоне от 0.05 до 0.10 эВ. При небольших обратных смещениях при охлаждении образцов возрастает роль объемной компоненты темнового тока, которая при температуре 180 К составляет примерно 0.81 А/см^2 . В диапазоне температур 200–300 К значения плотности темнового тока превышают значения, рассчитанные согласно эмпирической модели Rule07, в 10–100 раз, что свидетельствует о возможности создания длинноволновых барьерных детекторов при снижении значений компоненты поверхностной утечки.

Ключевые слова: HgCdTe, молекулярно-лучевая эпитаксия, длинноволновой инфракрасный детектор, nBn -структура, темновой ток, поверхностная утечка, пассивация.

Введение

Фундаментальные свойства полупроводникового твердого раствора теллурида кадмия и ртути ($HgCdTe$, $Hg_{1-x}Cd_xTe$) обеспечивают преимущество этого материала при создании высокочувствительных детекторов инфракрасного диапазона [1]. Ширина запрещенной зоны $Hg_{1-x}Cd_xTe$ зависит от компонентного состава x , что позволяет создавать на основе этого материала детекторы для различных спектральных областей, включая окна прозрачности земной атмосферы 3–5 (MWIR) и 8–12 мкм (LWIR). В настоящее время популярны матричные фотодиоды на основе $HgCdTe$, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), при изготовлении которых используют дефектообразующую процедуру ионной имплантации с последующим активационным отжигом [2, 3]. Возникновение радиационных дефектов ухудшает качество материала, что приводит к снижению выхода годных структур и увеличению стоимости приборов. Использование при создании фотоприемных устройств униполярных барьерных структур (например, в nBn -конфигурации [4]) позволяет отказаться от процедуры ионной имплантации, что обеспечивает значительные технологические преимущества.

Концепция nBn -детекторов впервые была предложена в качестве способа подавления некоторых компонент темнового тока (тока поверхностной утечки и тока Шокли – Рида – Холла в обедненных областях) [4]. Наибольшие успехи в практической реализации униполярных барьерных детекторов достигнуты при использовании полупроводниковых соединений III–V [5–8], поскольку в таких приборах можно добиться отсутствия барьера для дырок в валентной зоне. Интерес к барьерным детекторам на основе соединений III–V также связан с возможностями повышения рабочей температуры в таких приборах, поскольку в стандартных приборах реализуется ограничение темнового тока процессами Шокли – Рида – Холла.

Известно большое число теоретических работ, посвященных различным аспектам создания nBn -детекторов на основе $HgCdTe$ [9–12], но попыток практической реализации таких приборов пока немного [13–15]. Первые MWIR nBn -детекторы на основе МЛЭ $HgCdTe$ имели большие темновые токи, которые определялись нефундаментальными механизмами [13–15]. Несколько

* Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-12-00135).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>