

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

**IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ФОТОНИКЕ И ИНФОРМАЦИОННОЙ
ОПТИКЕ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Москва

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

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет
²Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск

СИГНАЛЬНЫЕ И ТЕМНОВЫЕ СВОЙСТВА ИНФРАКРАСНЫХ БАРЬЕРНЫХ ДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ РТУТИ

Приведены результаты экспериментальных исследований сигнальных и темновых характеристик средневолновых инфракрасных nВn-детекторов на основе HgCdTe, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Выявлены механизмы ограничения темнового тока в nВn-структурах при различных параметрах широкозонных барьерных слоев. Для лучших образцов выполнены оценки значений чувствительности и обнаружительной способности.

A.V. VOITSEKHOVSKI¹, S.N. NESMELOV¹, S.M. DZYADUKH¹,
S.A. DVORETSKY^{1,2}, N.N. MIKHAILOV², G.Yu. SIDOROV²

¹National Research Tomsk State University
²Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk

SIGNAL AND DARK PROPERTIES OF INFRARED BARRIER DETECTORS BASED ON MERCURY CADMIUM TELLURIDE

The results of experimental studies of the signal and dark characteristics of mid-wave infrared nBn detectors based on HgCdTe grown by molecular beam epitaxy are presented. The dark current limiting mechanisms in nBn structures are revealed for various parameters of wide-gap barrier layers. For the best samples, estimates of responsivity and detectivity were performed.

Использование униполярных барьерных детекторов (например, в nВn-конфигурации [1]) обеспечивает подавление темновых токов, связанных с поверхностной утечкой, а также генерацией в обедненных областях по механизму Шокли-Рида-Холла. Преимуществом технологии nВn-детекторов на основе HgCdTe, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), является возможность исключения дефектообразующей процедуры ионной имплантации, которая широко применяется для формирования p-n переходов при создании гибридных матриц фотодиодов. Известно значительное число теоретических работ, посвященных изучению nВn-детекторов на основе МЛЭ HgCdTe [2, 3], но

попыток практической реализации таких детекторов пока предпринималось очень мало [4, 5].

В докладе представлены результаты исследования сигнальных и шумовых свойств первых приборных $n\text{Вn}$ -структур на основе HgCdTe , выращенных в ИФП СО РАН методом МЛЭ на подложках из $\text{GaAs}(013)$. Пассивация боковых стенок меза-структур проводилась конформными пленками Al_2O_3 , сформированными при помощи плазменного атомно-слоевого осаждения при температуре 120°C . Создавались мезаструктуры с различными диаметрами (от 20 до 500 мкм).

Проводились исследования вольт-амперных характеристик в темновом режиме и при освещении инфракрасным излучением при изменении длины волны от 0.91 до 3.6 мкм. Установлено, что при составе барьерного слоя в диапазоне от 0.67 до 0.75 темновой ток ограничен поверхностной утечкой [6]. При составе в барьерном слое, равном 0.84, для значительной части образцов наблюдается диффузионное ограничение темнового тока, причем значения плотности темнового тока в диапазоне температур от 180 до 300 К хорошо соответствуют [7] эмпирической модели «Rule07». Показано, что исследованные $n\text{Вn}$ -структуры по значениям темновых токов превосходят ранее известные аналоги на основе МЛЭ HgCdTe .

При освещении структур инфракрасным освещением значительно возрастают токи при обратных смещениях, что связано с протеканием через барьер потока дырок, созданных за счет фотогенерации. Установлено, что величина фототока слабо зависит от температуры и состава в барьерном слое (при обратных смещениях, превышающих напряжение включения). Проведены оценки значений токовой чувствительности и обнаружительной способности для образцов с диффузионным ограничением темнового тока. Показано, что чувствительность на длине волны 2.2 мкм при температуре 220 К и напряжении -1 В достигает 0.15 А/Вт.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 19-12-00135

Список литературы

1. Maimon S., Wicks G.W. // Appl. Phys. Lett. 2006. V. 89. P. 151109.
2. Akhavan N.D., Umana-Membreno G.A. et. al. // IEEE Trans. Electron. Dev. 2018. V. 65. P. 4340.
3. Uzgur F., Kocaman S. // Infrared Phys. Technol. 2019. V. 97. P. 123.
4. Istuno A.M., Phillips J.D. et. al. // J. Electron. Matter. 2012. V. 41. P. 2886.
5. Gravrand O., Boulard F. et. al. // J. Electron. Matter. 2015. V. 44. P. 3069.
6. Voitsekhovskii A.V., Nesmelov S.N. et. al. // Infrared Phys. Technol. 2019. V. 102. P. 103035.
7. Voitsekhovskii A.V., Nesmelov S.N. et. al. // J. Phys. D: Appl. Phys. 2020. V. 53. P. 055107.