Темновые и сигнальные характеристики униполярных барьерных структур на основе n -HgCdTe, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии на альтернативных подложках

Войцеховский А.В.¹, Несмелов С.Н.¹, Дзядох С.М.¹, Горн Д.И.¹, Варавин В.С.²,
Дворецкий С.А.², Михайлов Н.Н.², Якушев М.В.², Сидоров Г.Ю.²

¹ Томский государственный университет, 634050, Томск, пр. Ленина, 36

² Институт физики полупроводников СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-439

В настоящее время активно разрабатываются инфракрасные матрицы фотодиодов на основе HgCdTe, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Фоточувствительные элементы таких матриц содержат pn -переход, причем p -область формируется путем ионной имплантации акцепторной примеси и последующего активационного отжига, что вызывает снижение качества материала в процессе этих технологических операций. При создании высокочувствительных детекторов разработчики сталкиваются с необходимостью значительного охлаждения прибора для подавления темновых токов тепловой генерации. Новым подходом к решению перечисленных проблем является использование барьерных детекторов с униполярной архитектурой. Возможности детекторов на основе МЛЭ HgCdTe, например, в nBn -конфигурации, пока изучаются преимущественно теоретически [1, 2], хотя в некоторых зарубежных научных группах предпринимались единичные попытки практической реализации приборных структур указанного типа [3, 4]. В работе представлены результаты изучения темновых и сигнальных характеристик nBn -структур для детектирования в диапазоне 3–5 мкм, изготовленных на основе МЛЭ HgCdTe, выращенного на подложках из GaAs (013).

Структуры для исследований были изготовлены методом молекулярно-лучевой эпитаксии в ИФП СО РАН. Для образцов 1 типа барьерный слой создавался из широкозонного МЛЭ $Hg_{1-x}Cd_xTe$ ($x=0.66-0.83$), а для структур 2 типа в качестве барьерного слоя использовалась сверхрешетка из 18 периодов $Hg_{0.20}Cd_{0.80}Te$ (9 нм) – HgTe (2 нм). Концентрация легирующей примеси индия в приповерхностном слое HgCdTe определялась путем исследования адмиттанса тестовых МДП-систем на основе nBn -структур при пассивации диэлектриком Al_2O_3 . Вольтамперные характеристики (ВАХ) при температуре 77 К для nBn -структуры типа 1 показаны на рис.1. Плотность темнового тока при обратном смещении для таких структур оказалась значительно меньше, чем плотность тока для структур, описанных в литературе [3]. Исследования ВАХ при различной площади приборных структур позволили изучить роль токов поверхностной утечки. Изучены температурные зависимости плотности темнового тока при различных смещениях, а также изменения ВАХ при освещении образцов. Для nBn -структур со сверхрешеткой (образцы типа 2) увеличивается плотность тока при обратном смещении, что свидетельствует о снижении высоты потенциального барьера для дырок. Обсуждены механизмы формирования темновых и сигнальных характеристик исследованных nBn -структур, предложены способы оптимизации характеристик таких структур.

Рис.1. – ВАХ HgCdTe nBn -структуры типа 1, измеренные в темноте и при освещении.

[1] N.D. Akhavan et al., *IEEE Trans. Electron Dev.*, **65**, 591 (2018).

[2] Z.H. Ye et al., *Proc. SPIE*, **9070**, 90701L (2014).

[3] A.M. Itsuno et al., *Appl. Phys. Lett.*, **100**, 161102 (2012).

[4] O. Gravrand et al., *J. Electron. Mater.*, **44**, 3069 (2015).