УДК 621.315.592

DOI: 10.17223/00213411/63/6/8

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

ИМПЕДАНС МДП-ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ nVn -СТРУКТУР ИЗ ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ – РТУТИ *

Изготовлены три вида nVn -структур на основе теллурида кадмия – ртути, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии. В качестве барьерных слоев в nVn -структурах использовался $Hg_{1-x}Cd_xTe$ при $x = 0.67$ и 0.84 , а также сверхрешетка из 18 периодов $Hg_{0.20}Cd_{0.80}Te$ (9 нм) – $HgTe$ (2 нм). Для изучения свойств барьерных слоев на основе nVn -структур создавались МДП-приборы с использованием диэлектрических пленок Al_2O_3 . Импеданс сформированных приборов исследован в широком диапазоне напряжений, частот и температур. Предложены эквивалентные схемы МДП-приборов на основе nVn -структур в режиме обогащения. Показано, что измерения частотных зависимостей импеданса позволяют определить значения дифференциального сопротивления барьерного слоя в широком диапазоне условий. Установлено, что определяемые значения дифференциального сопротивления определяются только объемной компонентой темнового тока, а компонента поверхностной утечки не оказывает влияния на измеряемый импеданс МДП-приборов. Определены зависимости значений элементов эквивалентной схемы от площади структур, напряжения и температуры. Показано, что значения дифференциального сопротивления барьерного слоя на основе $Hg_{0.33}Cd_{0.67}Te$ в диапазоне температур 210–300 К при прямых смещениях определяются диффузионно-ограниченным потоком дырок из контактного слоя, а при обратных смещениях – из поглощающего слоя. Определены значения произведения дифференциального сопротивления на площадь для nVn -структур с различными параметрами барьерных слоев. Продemonстрированы возможности использования измерений импеданса МДП-приборов на основе nVn -структур для изучения однородности свойств различных слоев.

Ключевые слова: $HgCdTe$, молекулярно-лучевая эпитаксия, инфракрасный детектор, nVn -структура, МДП-прибор, импеданс, эквивалентная схема, дифференциальное сопротивление, объемная компонента темнового тока.

Введение

Полупроводниковый твердый раствор теллурида кадмия – ртути ($HgCdTe$, $Hg_{1-x}Cd_xTe$) широко применяется для создания высокочувствительных детекторов инфракрасного диапазона [1]. Благоприятные фундаментальные свойства обеспечивают доминирование $HgCdTe$ при создании детекторов для спектрального диапазона 8–12 мкм (LWIR) и позволяют этому материалу выдерживать конкуренцию со стороны материалов группы III–V в спектральном диапазоне 3–5 мкм (MWIR) [2]. Согласно теоретическим прогнозам, $HgCdTe$ является перспективным материалом для разработки фотоприемных устройств III поколения [3, 4].

Для практической реализации фундаментальных преимуществ $HgCdTe$ необходимо высокое качество материала, для достижения которого используются достаточно сложные технологические процедуры. В частности, при создании матриц фотодиодов на основе $HgCdTe$, выращенного методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ), для формирования p – n -перехода применяется ионная имплантация с последующим отжигом радиационных дефектов [5, 6]. При исключении из технологических циклов процедуры ионной имплантации можно добиться существенного снижения стоимости инфракрасных детекторов, что будет способствовать расширению областей применения таких приборов. Новые возможности для решения проблемы дефектообразования в МЛЭ $HgCdTe$ при имплантации открываются при практическом использовании архитектур униполярных барьерных детекторов (например, в nVn -конфигурации [7]). При использовании nVn -архитектуры можно добиться подавления токов поверхностной утечки и токов генерации Шокли – Рида – Холла, что позволяет повысить рабочую температуру детекторов, если их пороговые свойства ограничены этими компонентами темнового тока.

Наибольшие успехи пока достигнуты при создании униполярных барьерных детекторов на основе материалов III–V [8–11], что обусловлено возможностями изготовления на основе таких материалов приборов с отсутствием барьера для фотоносителей. Кроме этого, для детекторов на

* 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://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>