Влияние плотности ростовых ямочных дефектов поверхности InAlAs на температурные зависимости параметров Au/Ti/n-InAlAs(001) диодов Шоттки

М.С. Аксенов, И.Б. Чистохин, Н.А. Валишева, Д.В. Дмитриев, К.С. Журавлев

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/RCSP2019-125

Тройное соединения InAlAs является перспективным материалом для создания СВЧ-фотодетекторов с барьером Шоттки (БШ) [1]. Природа формирования БШ на границе раздела металл-полупроводник и связанные с ней механизмы переноса зарядов являются предметом интенсивных исследований уже несколько десятилетий, поскольку свойства этой границы раздела определяют рабочие характеристики приборов, их стабильность и надежность. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) реальных БШ обычно не соответствуют идеальной модели термоэлектронной эмиссии (ТЭ). Неидеальное поведение ВАХ БШ (коэффициент идеальности больше 1) в слаболегированном (менее 10^{16} см^{-3}) полупроводнике часто связывают с наличием естественного оксидного слоя и интерфейсных ловушек. С другой стороны, в работе Танга [2] показано, что неидеальное поведение ВАХ может быть количественно объяснено предположением о наличии на границе раздела металл/полупроводник локально расположенных областей с пониженной высотой барьеров и линейными размерами порядка глубины области обеднения. Аргументом в пользу использования модели Танга для анализа ВАХ является проявление в экспериментах аномальной корреляционной зависимости коэффициента идеальности (n) и высоты БШ (ϕ_{b0}) от температуры. В большинстве работ, в которых модель Танга применяется для объяснения поведения температурных зависимостей параметров различных БШ, отсутствуют предположения о природе неоднородностей.

В данной работе изучено влияние плотности ростовых ямочных дефектов поверхности слоев InAlAs (рис. 1 а, вставка), выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках InP (001), на температурные (78–380 К) зависимости вольт-амперных характеристик барьеров Шоттки Au/Ti/n-InAlAs. Показано, что уменьшение плотности ростовые дефекты с 10^7 до 10^6 см^{-2} оказывают слабое влияния на ВАХ при температурах выше 200 К, которые хорошо описываются теорией ТЭ со значениями n и ϕ_{b0} близкими к 1.1 и 0.69 эВ, соответственно (рис. 1). В тоже время изменение плотности дефектов оказывает существенное влияние на параметры БШ при температурах ниже 200 К, поведение которых хорошо описывается моделью Танга, предполагающей наличие на поверхности InAlAs локальных неоднородностей с пониженной высотой барьера. Сопоставление полученных данных показывает, что ростовые ямочные дефекты являются причиной возникновения таких областей.

Рис. 1. Температурные зависимости n и ϕ_{b0} в диапазоне 78–380 К Au/Ti/n-InAlAs БШ, сформированных на поверхности с плотностью ростовых дефектов 10^6 (а) и 10^7 см^{-2} (б). На вставках представлены 20x20 мкм АСМ-изображения поверхности InAlAs перед формированием БШ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00548.

Литература

- [1] A. Chizh et al. High-Power InGaAs/InAlAs Schottky Photodiode with Low Amplitude-to-Phase Noise Conversion // 2018 International Topical Meeting on Microwave Photonics (MWP). 2018.
- [2] R.T. Tung // Phys. Rev. B. 1992. V. 45. N. 23. P. 13509-13523.