Влияние состава слоёв металлизации и отжига в формовочном газе на параметры барьеров Шоттки на основе $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$

И.Ю. Гензе¹, М.С. Аксенов², Н.А. Валишева², Д.В. Дмитриев²

¹ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова 2

² ИФП им. А.В. Ржанова, Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева 13

тел: +7 (383) 330-8807, эл. почта: aksenov@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-37

Барьер Шоттки $\text{Ti}/\text{n}(\text{i})\text{-In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ (БШ) используется при создании микроволновых фотодетекторов с широким оптическим диапазоном [1]. Свойства используемых БШ при этом определяют ряд рабочих характеристик, стабильность и надёжность производимых приборов.

Традиционным способом изменения параметров БШ, таких как коэффициент идеальности (n) и высота барьера (ϕ_b), является отжиг. Отжиг Ti/InAlAs БШ изучен недостаточно: работы [2,3], посвящённые его анализу, демонстрируют противоречивые результаты, что препятствует формулированию однозначных выводов о его влиянии на параметры исследуемых БШ.

Таким образом, для улучшения технологии производства СВЧ фотодетекторов с требуемыми характеристиками, необходимо установление характерного влияния температуры и времени отжига в формовочном газе (5% H_2 , 95% N_2) на параметры (ϕ_b , n) $\text{Au}/\text{Ti}/\text{n-In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}/\text{InP}$ и $\text{Au}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{n-In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}/\text{InP}$ барьеров Шоттки.

В данной работе было установлено влияние отжига различной продолжительности при температурах 300, 350, 400 °С на параметры Ti/InAlAs БШ.

Во первых, в рамках теории термоэлектронной эмиссии был проведён анализ прямых ветвей ВАХ и расчёт параметров (ϕ_b , n) $\text{Au}(200\text{ нм})/\text{Ti}(20\text{ нм})/\text{InAlAs}$ барьеров Шоттки в зависимости от температуры отжига в формовочном газе. Показано, что отжиг БШ при температурах до 350 °С может быть использован для увеличения изначально низкой (менее 0.6 эВ) высоты барьера до значения 0.69 эВ типичного для данных контактов [4]. Такое изменение может быть связано со взаимодействием титана со слоем собственного оксида InAlAs , что приводит к окислению Ti и образованию соединений TiO_x . Показано, что отжиг при больших температурах приводит к резкой деградации параметров и разрушению БШ, что может быть вызвано диффузией Au через тонкий (20 нм) слой Ti [2, 3].

Во вторых, проведён аналогичный анализ прямых ветвей ВАХ и расчёт параметров для $\text{Au}(200\text{ нм})/\text{Ti}(80\text{ нм})/\text{InAlAs}$ и $\text{Au}(200\text{ нм})/\text{Pt}(30\text{ нм})/\text{Ti}(80\text{ нм})/\text{InAlAs}$ барьеров Шоттки. Показано, что увеличение толщины Ti и добавление слоя Pt позволяет существенно увеличить как температуру, так и времена отжига. Установлено, что отжиг Ti/InAlAs барьеров Шоттки с изначально высокой высотой барьера (0.68-0.7 эВ) при температурах до 350 °С суммарной длительностью до 20 минут практически не приводит к изменениям параметров, тогда как с повышением температуры до 400 °С после 10-20 минут отжига наблюдается существенное увеличение высоты барьера на 0.04 эВ до значений 0.72-0.73 эВ. Коэффициент идеальности при этом также увеличивается с 1.1 до 1.3. Подобное изменение параметров может быть связано с активацией реакции ведущей к образованию на границе раздела слоя TiAs [2].

Литература

- [1] Chizh A. L. et al. High-Power High-Speed Schottky Photodiodes for Analog Fiber-Optic Microwave Signal Transmission Lines //Technical Physics Letters. – 2019. – Т. 45. – №. 7. – С. 739-741.
- [2] Wang L., Adesida I. Schottky barrier characteristics and interfacial reactions of Ti on $\text{n-In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ //Applied physics letters. – 2007. – Т. 91. – №. 2. – С. 022110.
- [3] Lien Y. C. et al. Thermal stability of $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Cu}$ Schottky contact on InAlAs layer //Applied physics letters. – 2006. – Т. 89. – №. 8. – С. 083517.
- [4] Chistokhin I. B. et al. Barrier characteristics and interface properties of $\text{Au}/\text{Ti}/\text{n-InAlAs}$ Schottky contacts //Materials Science in Semiconductor Processing. – 2018. – Т. 74. – С. 193-198.