

УДК 621.382.133

ПОЛУЧЕНИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАРЬЕРА ШОТТКИ Pd–n-GaAs

К. ф.-м. н. Д. Мелебаев, А. Х. Мухамедоразова, О. Гурбанова, В. Б. Сахетлиев

Физико-математический институт АНТ
Туркменистан, г. Ашгабад
aurum-au@mail.ru

Созданы и исследованы двухсторонние фоточувствительные диодные структуры Pd–n-GaAs/n⁺-GaAs. Предложен новый высокоточный и надежный метод определения высоты барьера Шоттки для данных структур.

Ключевые слова: барьеры Шоттки, Pd–n-GaAs, химическое осаждение, фотоэлектрический метод

Структуры с барьерами Шоттки (БШ) на основе арсенида галлия остаются одними из наиболее перспективных структур для разработки приборов, используемых в современной микро- и оптоэлектронике [1, 2].

Вопрос о том, как вычислить высоту барьера Шоттки ($q\phi_{\text{ВШ}}$) на контакте металл (m) – полупроводник (s), остается, несмотря на многолетние исследования, актуальной задачей теории полупроводников [3]. В связи с этим несомненный интерес представляют исследования БШ-структур Pd–n-GaAs. Высота барьера в этих структурах определялась ранее преимущественно вольт-амперным и вольт-фарадным методами [4], а фотоэлектрический метод [2], основанный на измерениях спектра фототока при освещении m - s -перехода как со стороны слоя палладия, так и со стороны GaAs, остается практически не реализованным.

Фотоэлектрические свойства диодных структур Pd–n-GaAs изучены недостаточно, несмотря на то, что этот вопрос весьма интересен как с практической, так и с теоретической точек зрения. В частности, в литературе почти нет сведений о технологии получения БШ на основе Pd–n-GaAs путем химического осаждения палладия из жидкого раствора.

Настоящая работа посвящена исследованию фоточувствительности структур Pd–n-GaAs в диапазоне энергии фотонов $h\nu=0,8$ – $2,4$ эВ с целью определения $q\phi_{\text{ВШ}}$ фотоэлектрическим методом.

Объектом исследования служили структуры Pd–n-GaAs /n⁺-GaAs. В качестве подложек использовали n⁺-GaAs ($n^+\approx 3\cdot 10^{17}$ см⁻³). Активные слои n-GaAs [$n=(0,8$ – $6)\cdot 10^{15}$ см⁻³] толщиной 20–40 мкм выращивали методом жидкостной эпитаксии. Сначала на подложке n⁺-GaAs химическим осаждением создавался двухслойный омический контакт Ni+Au. Затем на поверхности активного слоя n-GaAs создавался барьерный контакт (БК) осаждением палладия Pd из водного раствора хлорид-палладия (PdCl₂·4H₂O) при температуре не более 90°C. Толщина барьерных слоев палладия d_m , согласно эллипсометрическим данным, достигала 150–220 Å.

Перед химическим осаждением слоя палладия поверхность эпитаксиального слоя n-GaAs обрабатывалась в бромметаноловом травителе 4% Br₂+96% CH₃OH [5].

Площадь БК у разных структур составляла 0,04–0,2 см². Изменялись спектральная зависимость фототока (I_{fo} – $h\nu$), вольт-амперные (I – U) и вольт-емкостные (C – U) характеристики при 300 К.

Конструктивная схема и основные результаты представлены на рис. 1 и 2. При освещении структур (рис. 1, а) со стороны нанослоя Pd, спектр фототока I_{fo} был широкополосным (рис. 1, б, кривая 1), а в диапазоне энергий падающих фотонов $h\nu=0,9$ – $1,25$ эВ его значение, как правило, падало уже на 2–3 порядка ниже, чем при энергии фотонов, превышающих ширину запрещенной зоны полупроводника $E_g=E_o$ (см. рис. 1, б, кривая 1).

При освещении m - s -перехода Pd–n-GaAs-структуры со стороны GaAs зависимость I_{fo} от $h\nu$ имеет селективный характер (рис. 1, б, кривая 2), и максимум расположен при $h\nu_m=1,37$ эВ. Важно подчеркнуть, что как при освещении m - s -перехода со стороны Pd, так и при освещении со стороны GaAs (рис. 1, а), зависимость в координатах $I_{fo}^{1/2} - h\nu$ в диапазоне $h\nu=0,9$ – $1,25$ эВ подчиняется закону

Фаулера, т. е. $I_{fo} \sim (h\nu - q\phi_{Bo})^2$. Из этой зависимости определена величина $q\phi_{Bo}$, которая для Pd-n-GaAs-структур равна 0,84 эВ. Для одной и той же структуры как при освещении Pd, так и при освещении GaAs, получены одинаковые значения $q\phi_{Bo}$ (рис. 2, а). Как показано в [5] для структур Au-n-GaAs, при освещении со стороны GaAs определение $q\phi_{Bo}$ более технологично, высокоточно, удобно и информативно, чем при освещении со стороны полупрозрачного слоя металла.

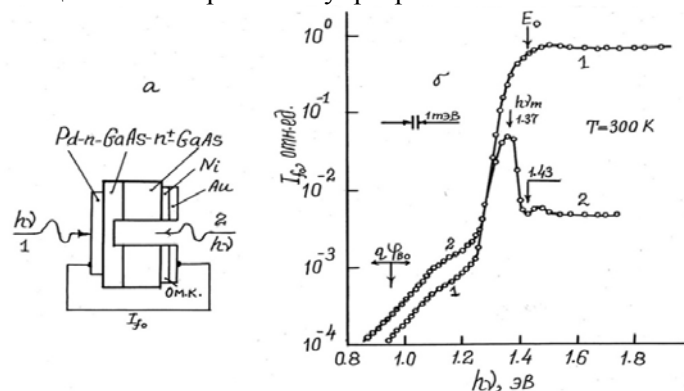


Рис. 1.

Исследовались $I-U$ -характеристики созданных структур Pd-n-GaAs (рис. 2, б). Эти характеристики анализировались по модели термоэлектронной эмиссии [2]. Для структуры 3 (рис. 2, б) значение $q\phi_{Bo}$ оказалось равным 0,83 эВ, что согласуется с фотоэлектрическими данными.

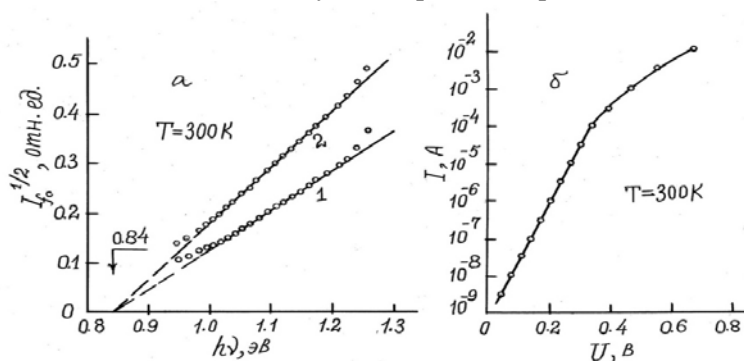


Рис. 2.

Проведенные исследования показали, что низкотемпературным химическим осаждением можно создать высококачественные диоды Шоттки с высотой барьера $q\phi_{Bo}=0,8-1,3$ эВ, удовлетворяющие требованиям современной микро- и оптоэлектроники.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Арсенид галлия в микроэлектронике./Под. ред. Н.Айнспрука, У. Уиссмана.— Москва: Мир, 1988, 555 с.
2. Зи С. И. Физика полупроводниковых приборов / Пер. с англ. под. ред. А. Ф. Трутко.— Москва: «Энергия», 1973.— 656 с.
3. Давыдов С. Ю., Лебедев А. А., Посредник О. В., Таиров Ю. М. Контакт металл-карбид кремния: зависимость высоты барьера Шоттки от толщины SiC // ФТП.— 2001.— Т. 35, № 12.— С. 1437—1439.
4. Воронков В.П., Вяткин А.П., Кулешов С.П., Муленков С.В. Температурная зависимость вольт-амперных характеристик контактов Pd-GaAs, подвергнутых лазерному отжигу //ФТП.— 1991.— Т. 25, № 4.— С. 695—698.
5. Мелебаев Д., Мелебаева Г. Д., Рудь Ю. В., Рудь В. Ю. Фоточувствительность и определение высоты барьеров Шоттки в структурах Au-n-GaAs//ЖТФ.— 2008.— Т. 78, № 1.— С. 137—142.

D. Melebayev, A. H. Muhammetrazova, O. Gurbanova, V. B. Sahetliyev

Pd-n-GaAs Schottky barriers: obtaining and photoelectric characteristics.

Pd-n-GaAs/n⁺-GaAs double-sided photosensitive diode structures are created and investigated. A new precise and reliable method of measuring the Schottky barrier height is proposed for given structures.

Keywords: *Schottky barrier, Pd-GaAs, chemical deposition, photoelectric method.*