

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ БАРЬЕРА ШОТТКИ Ni—n-GaAs ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Г. Д. Мелебаева, М. О. Маммедова

Туркменский государственный институт транспорта и связи,
Туркменистан, г. Ашхабад
dmelebay@yandex.ru

Созданы и исследованы двухсторонние фоточувствительные структуры Ni—n-GaAs—n⁺-GaAs с барьером Шоттки. Показан новый метод определения высоты барьера ($q\phi_{Bo}$) при освещении перехода «металл — полупроводник» со стороны GaAs через окно. Для структур Ni—n-GaAs высота барьера $q\phi_{Bo}$ методом фотоответа определена впервые.

Ключевые слова: барьеры Шоттки, Ni—n-GaAs, химическое осаждение, освещение *m*—*s*-перехода, метод фотоответа.

Высота барьера Шоттки ($q\phi_{Bo}$) является одним из фундаментальных параметров полупроводниковых приборов типа металл (*m*) — полупроводник (*s*), металл—диэлектрик—полупроводник (*m*—*i*—*s*), используемых в современной микро- и оптоэлектронике. Прямым и самым точным методом определения $q\phi_{Bo}$ признан фотоэлектрический метод [1], основанный на теории Фаулера [2]. Возможные варианты фотоэлектрического метода определения $q\phi_{Bo}$ для *m*—*s*-структур при освещении *m*—*s*-перехода как со стороны металла, так и со стороны полупроводника, известны давно [3]. Однако определение $q\phi_{Bo}$ для структур Ni—n-GaAs при освещении *m*—*s*-перехода со стороны полупрозрачного никеля (Ni), выполнено в [4] недавно. Показано, что фоточувствительность полученных барьеров в фаулеровский области спектра $h\nu=0,9—1,25$ эВ практически отсутствует. Что касается определения $q\phi_{Bo}$ при освещении *m*—*s*-перехода со стороны арсенида галлия (GaAs) для структур Ni—n-GaAs, то остается практически не реализованным. В данной работе впервые определена величина $q\phi_{Bo}$ для структур Ni—n-GaAs при освещении со стороны GaAs.

Объектом исследования служили двухсторонние фоточувствительные структуры с барьером Шоттки Ni—n-GaAs/n⁺-GaAs. В качестве активных слоев использованы n-GaAs [концентрация $n=N_d-N_a=(2—4)\cdot 10^{15}$ см⁻³, 300 К] толщиной 20—40 мкм, выращенные на подложках n⁺-GaAs ($n^+\approx 8\cdot 10^{17}$ см⁻³) методом жидкофазной эпитаксии [4]. Кольцевой омический контакт к подложке n⁺-GaAs изготовлялся сплавлением сплава 97%In+3%Te. Полупрозрачный барьерный контакт Ni на активном эпитаксиальном слое n-GaAs создавался химическим осаждением при температурах 90—95°C из водных растворов сульфатов диаммония—никеля и гидразина, куда добавочно вводился нашатырный спирт до pH≈10. Для прохождения света к *m*—*s*-переходу со стороны n⁺-GaAs/n-GaAs вытравливанием открывалось «окно» из GaAs. Исследуемая структура Ni—n-GaAs/n⁺-GaAs имеет

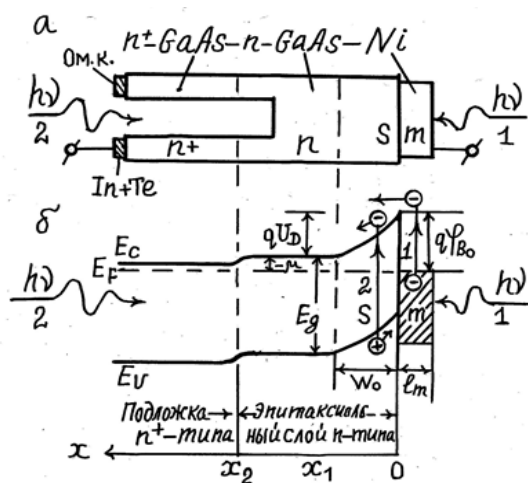


Рис. 1

двухстороннюю фоточувствительность (рис. 1, а), которая зависит от глубины травления GaAs. В наших экспериментах фото-ЭДС (U_{fo}) при освещении со стороны GaAs достигала 0,30—0,35 В, а при освещении со стороны Ni $U_{fo}=0,35—0,40$ В. В изготовленных нами различных *m*—*s*-структурах диаметр «окна» составлял 0,2—0,3 см. При измерении спектров фототока соблюдались одинаковые условия освещения. Конструктивная схема барьеров Шоттки Ni—n-GaAs и энергетическая диаграмма процесса фотовозбуждения представлены на рис. 1.

Типичные спектральные характеристики двухсторонней фоточувствительной структуры Ni—n-GaAs в области энергии фотонов 0,9—2,0 эВ, при освещении как со стороны слоя Ni, так и со стороны GaAs, представлены на рис. 2 (кривые 1 и 2). При освещении структур со стороны нанослоя Ni спектр фототока I_{f0} был широкополосным (рис. 2, кривая 1), и в фаулеровской области спектра $h\nu=0,9—1,25$ эВ фототок практически отсутствует, как показано в [4]. На рис. 2 (кривая 2) приведено наблюдаемое экспериментально спектральное распределение фоточувствительности диодов Шоттки Ni—n-GaAs (образец № 2) при освещении со стороны GaAs. Обнаружено, что зависимость фототока I_{f0} от $h\nu$ при такой геометрии освещения имеет селективный характер, и максимум фоточувствительности расположен вблизи $h\nu \approx 1,37$ эВ. Установлено, что при освещении Ni—n-GaAs-структур со стороны GaAs зависимость фототока I_{f0} от энергии фотонов в области $h\nu=0,90—1,25$ эВ подчиняется закону Фаулера, т. е. $I_{f0}^{1/2} \sim (h\nu - q\varphi_{B0})$. Из этой зависимости для структур № 1 и № 2 (рис. 2, кривая 2) определено значение $q\varphi_{B0}=0,89$ эВ и $q\varphi_{B0}=0,86$ эВ (рис. 3).

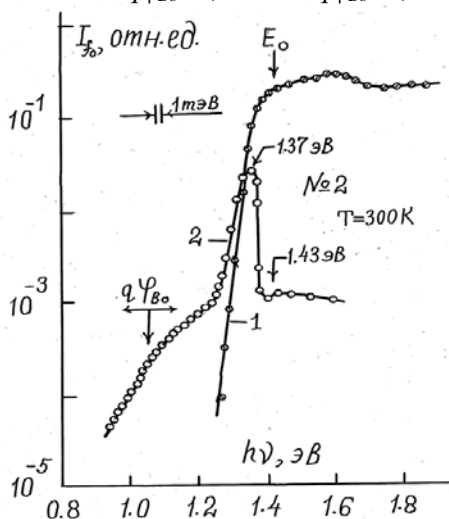


Рис. 2

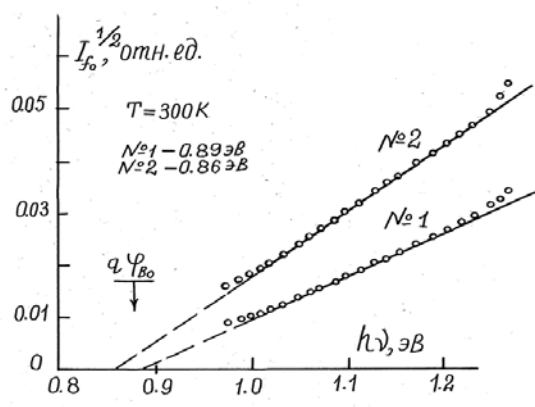


Рис. 3

Таким образом, экспериментально установлено, что в структуре Ni—n-GaAs при освещении m - s -перехода со стороны GaAs излучение с энергией фотонов $h\nu < 1,3$ эВ участвует в создании фототока в фаулеровской области спектра. Предложен новый вариант фотоэлектрического метода определения $q\varphi_{B0}$ для структур Ni—n-GaAs при освещении m - s -перехода со стороны GaAs.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Crowell C.R., Spitzer W.G., Howarth L.E., Labate E.E. Attenuation Length Measurements of Hot Electrons in Metal Films // Phys. Rev.— 1962.— Vol.127, N 6.— P. 2006—2015.
2. Fowler R. H. The analysis of photoelectric sensitivity curves for clean metals at various temperatures // Phys. Rev.— 1931.— Vol.38, N 1.— P. 45—56.
3. Mead C.A. Metal-semiconductor surface barriers // Solid-State Electron.— 1966.— Vol. 9, N 11—12.— P.1023—1033.
4. Мелебаев Д., Мелебаева Г. Д., Рудь В. Ю., Рудь Ю. В. Фоточувствительность барьеров Шоттки Ni—n-GaAs // ФТП.— 2009.— Т. 43, № 1.— С. 34—37.

G. D. Melebayeva, M. O. Mammedova

Determination of the height of the Ni—n-GaAs Schottky barrier by the photoelectric method.

The authors have created and studied Ni—n-GaAs—n⁺-GaAs Schottky barrier bilateral photosensitive structures. A new method for determining the height of the barrier ($q\varphi_{B0}$) is shown at illumination of metal-semiconductor transition on the part of GaAs through the window. For the first time for Ni—n-GaAs structures, the barrier height $q\varphi_{B0}$ is estimated by photoresponse method.

Keywords: Schottky barriers, Ni—n-GaAs, chemical deposition, illumination of m - s transition, photoresponse method.