

УДК 621.384.64

DOI: 10.17223/00213411/62/9/113

В.И. АЛТУХОВ, А.В. САНКИН, В.Ф. АНТОНОВ, С.В. ФИЛИПОВА, О.А. МИТЮГОВА

ЗНАЧЕНИЕ ВЫСОТЫ БАРЬЕРА ШОТТКИ И РАСЧЕТ ВАХ ДИОДОВ $Al/n-(SiC)_{1-x}(AlN)_x$ И ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ НА ОСНОВЕ $4H-SiC$

Получены значения высот барьеров Шоттки в системах $M/n-(SiC)_{1-x}(AlN)_x$ в предположении высокой плотности поверхностных состояний в области контакта металл (М) и твердый раствор $SiC-AlN$. Рассчитаны вольт-амперные характеристики (ВАХ) диодов $Al/n-(SiC)_{1-x}(AlN)_x$. Показано, что для этих диодов при умеренных концентрациях поверхностных состояний ($c \approx 4-8$) величина барьера Шоттки $\Phi_B^x(c)$ имеет значение порядка потенциального барьера гетероперехода Φ_g^x , с чем связано известное подобие в поведении соответствующих ВАХ. Проанализирована роль факторов идеальности в поведении ВАХ. Полученные значения высот барьеров Шоттки согласуются с данными опытов.

Ключевые слова: барьер Шоттки, твердые растворы SiC , ВАХ диодов, составная модель, эмиссионные токи.

Введение

Вопрос формирования и вычисления высоты потенциального барьера в гетеропереходах (ГП) Φ_g^x и барьера Шоттки на контакте металл/полупроводник $\Phi_B^x(c)$, несмотря на долгую историю, является актуальной задачей теории полупроводников [1–4]. Высота потенциального барьера на контакте зависит от приложенного напряжения U , температуры T , работы выхода металла Φ_m , электронного сродства χ , а также от уровня Ферми E_F , уровня зарядовой нейтральности $\Delta\Phi_x(c)$, от плотности заполненных поверхностных состояний N_i ($N_i = c \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2} \cdot \text{эВ}^{-1}$; $c = 0-30$, где c – удобный параметр – «концентрация» в единицах $10^{13} \text{ см}^{-2} \cdot \text{эВ}^{-1}$) и от состава твердого раствора x . Эти параметры определяют такие важнейшие характеристики диодов, как частота, быстродействие, напряжение пробоя, ВАХ. Одним из важнейших вопросов до сих пор остается задача построения теории высоты барьера Шоттки (БШ) в контактах металл/широкозонный полупроводник типа SiC и его твердых растворов ($SiC-AlN$) [2, 3]. Это связано с трудностями идентификации в этих системах природы примесных состояний в области контакта [2]. Важной задачей является выяснение иногда наблюдающегося подобия ВАХ (ГП) и диодов на основе твердых растворов SiC .

В настоящей работе, с учетом [2, 3], в нелинейной по концентрации (c) поверхностных заполненных состояний модели БШ [5, 6], в предположении высокой плотности состояний N_i проведены расчеты высоты БШ и ВАХ диодов $Al/SiC_{1-x}(AlN)_x$. Проанализирована роль фактора идеальности на поведение ВАХ ГП и диодов с БШ. Показано, что в случае умеренных концентраций поверхностных состояний в области $4 < c < 8$ сходство поведения ВАХ диодов Шоттки типа $M/SiC_{1-x}(AlN)_x$ и ГП $n-SiC/p-(SiC)_{1-x}(AlN)_x$ объясняется близостью значений величины БШ ($\Phi_B^x(c)$) и потенциального барьера ГП (Φ_g^x). Определена зависимость высоты барьера Шоттки от состава x твердого раствора $SiC_{1-x}(AlN)_x$. Результаты расчетов согласуются с данными опытов. Последнее удается в том числе за счет изменения факторов идеальности n и m .

1. Модифицированная модель барьера Шоттки

Рассмотрим модель барьера Шоттки с локализованными в области контакта с заполненными состояниями дефектов (см. [5, 6]), но в более высоком (нелинейном) по концентрации заполненных поверхностных состояний N_i приближении. В этом подходе, наряду с концентрацией N_i , вводятся числа заполнения поверхностных состояний $n_x(c)$, определяемые структурой системы [2, 3]. Такой подход дает более высокие значения барьера Шоттки при малых N_i ($N_i < 10^{13} \text{ см}^{-2} \cdot \text{эВ}^{-1}$) и ведет к лучшему, чем классические формулы Бардина и Шоттки – Мотта, согласно с данными опытов [4]. При этом для высоты потенциального барьера Шоттки Φ_B^x и $n_x(c)$ по (2) и (1) получаем [5, 6]

$$\Gamma\delta_x(c) = p - (1 - \xi_i)E_g^x + k\eta c(1 - cv); \quad (1)$$

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>