

Исследование поверхностного потенциала в области р-п перехода на сколах GaAs гетероструктур методами атомно-силовой микроскопии

А.О. Михайлов^{1,2}, П.А. Алексеев¹, М.С. Дунаевский¹

¹Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Россия
alex.mikhaylov94@gmail.com

²Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук, 194021, Санкт-Петербург, Россия

Недавно был обнаружен эффект увеличения пробойного напряжения GaAs/AlGaAs диодов с непассивированной поверхностью вследствие многократного циклического увеличения обратного напряжения, сопровождавшегося незначительными токами утечки. В данной работе методами атомно-силовой микроскопии путём сопоставления изменений в топографии поверхности и в распределении электрического потенциала на поверхности скола изучен эффект увеличения пробойного напряжения GaAs/AlGaAs диодов при возникновении поверхностных токов утечки.

Study of surface potential in location of p-n junction on the chip of the GaAs heterostructures using atomic-force microscopy

A.O. Mikhaylov^{1,2}, P.A. Alekseev¹, M.S. Dunaevskiy¹

¹Ioffe Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences, 194021, Saint-Petersburg, Russia

²Saint Petersburg Academic University of the Russian Academy of Sciences, 194021, Saint-Petersburg, Russia

Recently it has found the process of increasing the breakdown voltage of GaAs/AlGaAs unpassivated diodes after cyclic increasing of bias voltage. This work shows the comparison of topography changes, electric potential distribution and surface leakage current on the chip of the GaAs/AlGaAs heterostructures, which explain the increasing of breakdown voltage. The researching was carried out by using atomic-force microscopy.

В данной работе проводилось исследование поверхностного потенциала на сколе гетероструктуры с р-п переходом на основе GaAs методом ГКЗМ. Сканирующая градиентная Кельвин-зонд микроскопия (ГКЗМ) позволяет измерять распределения электрических потенциалов с нанометровым разрешением. Для определения распределения приложенного напряжения в объёме структуры записывают распределение поверхностного потенциала заземлённой и смещённой структуры с последующим вычитанием одного из другого [1,2]. Исследование проводилось на поверхности скола гетероструктуры, выполненном перпендикулярно направлению эпитаксиального роста. Использовался атомно-силовой микроскоп Ntegra Aura производства компании NT-MDT (г. Зеленоград, г. Москва).

Были получены картины распределения поверхностного потенциала в области р-п перехода при отсутствии внешнего смещения и при подаче 6 и 20 вольт. Было обнаружено, что, с течением времени, профиль распределения потенциала в области р-п перехода существенно трансформируется. При снятии внешнего смещения был обнаружен положительный заряд в р-области и отрицательный в n-области, что свидетельствовало о зарядке поверхности. Накопление заряда существенно искажает поверхностное распределение внешнего приложенного напряжения. Для корректного определения распределения напряжения в объёме структуры необходимо учитывать данный эффект.

Также был обнаружен эффект увеличения напряжения пробоя структуры путем циклического увеличения внешнего напряжения, подаваемого на структуру. Такой процесс называется “тренировка”. Тренировка проводилась как в атмосферных условиях,

так и в вакууме. На рисунке 1 представлены топография, профили поверхности и вольт-амперные характеристики, соответствующие 3 стадиям тренировки.

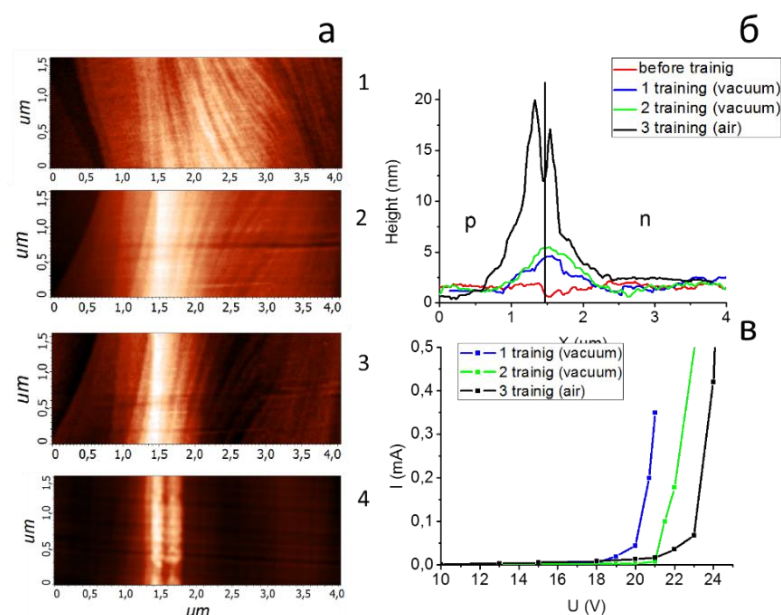


Рисунок 1. а) Топография поверхности:

1. До процесса тренировки.
2. После первой тренировки (вакуум)
3. После второй тренировки (вакуум).
4. После третьей тренировки (атмосферные условия).

б) Профили поверхности, соответствующие топографии.

в) Вольт-амперные характеристики, соответствующие каждому процессу тренировки.

Сопоставив поведение вольт-амперной характеристики для разных тренировок с изменениями в топографии поверхности приходим к выводу, что напряжение пробоя структуры зависит от высоты образованного окисла. А именно окисел блокирует канал поверхностных токов утечки.

Таким образом, было обнаружено накопление заряда в области р-п перехода в гетероструктурах на основе GaAs. Данный эффект необходимо учитывать при определении распределения внешнего напряжения в объеме структуры методом Кельвин-зонд микроскопии. Также был обнаружен эффект увеличения напряжения пробоя в зависимости от высоты образованного окисла в области р-п перехода. Окисел блокирует каналы поверхностных токов утечки, что приводит к увеличению напряжения пробоя.

1. А.В. Анкудинов и др, *ФТП*, **40**(8) (2006)
2. С.-S. Jiang et al, *J. Appl. Phys*, 104 (2008)