

температурах. На рис.3 приведена зависимость высоты барьера φ_B и коэффициента неидеальности n контактов Al/TiB₂/n-GaAs от температуры отжига.

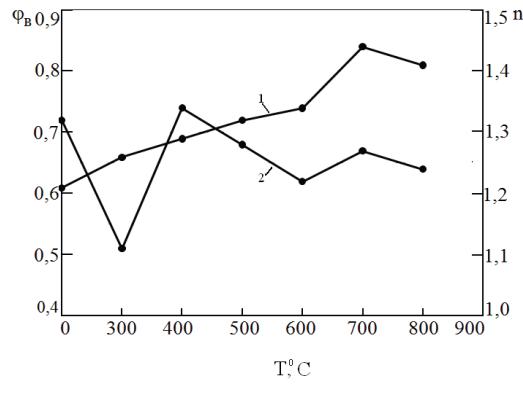


Рис. 3. Зависимость характеристик диодов TiB₂/n-GaAs
после термообработки в течение 30 мин

Повышение температуры термообработки приводит к монотонному росту высоты барьера с 0,61 до 0,85 эВ до температуры 700°C. Дальнейшее повышение температуры вызывает снижение φ_B , что можно объяснить диффузией алюминия через поры в пленке диборида титана. Коэффициент неидеальности при температуре отжига 800°C составлял 1,23.

ЛИТЕРАТУРА

- Интегрированные технологии микро- и наноструктурированных слоев: монография /А.П.Достанко [и др.] ; под ред. акад. НАН Беларуси А.П.Достанко, д.т.н., профессора В.Л.Ланина.—Минск: Бестпринт, 2013.—189 с.:илл.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ СЛОЕВ ИЗ ДИБОРИДА ТИТАНА ДЛЯ ПРИБОРОВ С БАРЬЕРОМ ШОТТКИ НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

Е. В. Телеш

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
etelesh@mail.ru

Проведено формирование контактных слоев (КС) из диборида титана. В качестве подложки применялись эпитаксиальные структуры арсенида галлия, выращенные на изолирующей подложке i-n типа АГЭ ЕТО.035.026 ТУ. Контактный слой из TiB₂ формировался ионно-лучевым распылением горячепрессованной мишени. Режимы нанесения были следующими: остаточное давление $1,1 \times 10^{-3}$ Па., рабочее давление аргона $5,0 \times 10^{-2}$ Па, ускоряющее напряжение на аноде 3,0 кВ, ток разряда 40–110 мА, ток мишени 25–75 мА, температура подложки 40° и 250°C. Толщина КС составила около 200 нм.

Перед напылением КС осуществлялась очистка поверхности GaAs, которая включала в себя кипячение пластин в изопропиловом спирте, подтравливание поверхности в серно-перекисном растворе в течение 15-20 с с последующей промывкой в дистиллированной воде и сушкой на центрифуге. Ионная очистка проводилась непосредственно перед нанесением контакта. Напряжение на аноде при очистке составляло 1,0 кВ, плотность тока ионов аргона – 100 мкА/см². Очистка осуществлялась в режиме вращения карусели в течение 10 мин. Один образец был нанесен при ионной бомбардировке растущей пленки TiB₂. Адгезия контактных слоев измерялась методом нормального отрыва. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Результаты измерения адгезии

I_M , mA	U_o , кВ	j_o , мкА/см ²	U_b , кВ	j_b , мкА/см ²	P, МПа
25	–	–	–	–	2,28
50	–	–	–	–	2,01
75	–	–	–	–	2,40
50	1,0	100	–	–	3,10
50	1,0	100	1,0	25	4,20
50	–	–	–	–	3,30 $T_n = 250^\circ\text{C}$

Установлено, что ток мишени I_m неоднозначно влияет на величину адгезии. С ростом I_m , как правило, происходит повышение адгезии КС. На рисунке 1 показана зависимость тока заряженных частиц в области подложки от режимов распыления мишени из TiB₂.

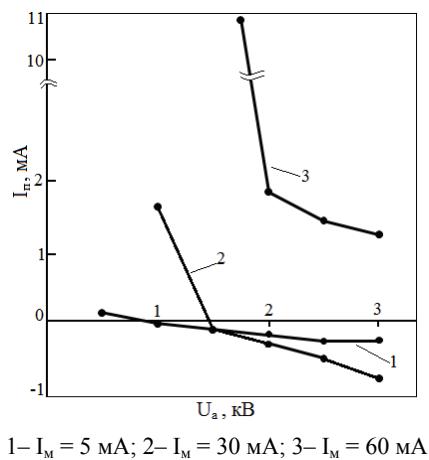


Рис. 1. Зависимость тока заряженных частиц в области подложки от режимов распыления мишени

При увеличении I_m происходит облучение подложки положительно заряженными частицами (отраженные от поверхности мишени ионы аргона, положительные ионы распыленных атомов мишени, ионы, экстрагируемые из первичного пучка). Энергия этих частиц может достигать 20–35 эВ. Таким образом, подложка и конденсирующаяся пленка подвергается воздействию ускоренных частиц, что приводит к увеличению адгезии.

Ионная очистка поверхности GaAs перед нанесением КС также способствует росту адгезии последнего, т.к. при этом распыляются собственные оксиды GaAs, которые обладают рыхлой структурой, а также происходит десорбция с поверхности газов остаточной атмосферы. Ионная бомбардировка растущей пленки TiB₂ также способствует росту адгезии. Нанесение КС при температуре подложки 250°C привело к повышению адгезии КС к арсениду галлия.

Исследованы процессы формирования конфигурации в КС с применением различных технологических процессов.

В первом случае конфигурацию получали с помощью обратной («взрывной») фотолитографии. Толщина пленки фоторезиста составляла 0,7–1,0 мкм. Снятие фоторезиста осуществляли в диметилформамиде или ацетоне. Установлено, что задубливания фоторезиста при нанесении КС не происходило, и процесс снятия проходил успешно.

При нанесении контактного слоя на горячую (>120°C) подложку применение обратной фотолитографии с использованием фоторезистов невозможно. Поэтому были исследованы процессы химического жидкостного травления тонких пленок TiB₂. Для травления применялся 50%-й раствор серной кислоты. Температура раствора составляла 40–50°C, скорость травления – 0,66 нм/с. При использовании плазмохимического травления в атмосфере CF₄ удалось повысить скорость до 0,83 нм/с. Травление осуществляли на установке «Плазма-планар» при следующих режимах: остаточное давление – $1,5 \times 10^{-2}$ Па, рабочее давление – $1,0 \times 10^{-1}$ Па, ток анода – 2 А, ток сетки – 2 мА.

Существенно увеличить скорость травления до 2,02 нм/с удалось при использовании СВЧ плазмотрона резонаторного типа. Режимы травления были следующие: остаточное давление – $7,0 \times 10^{-2}$ Па, рабочее давление – 133 Па, рабочий газ – CF₄+10%O₂, мощность разряда – 1800 Вт, рабочая частота – 2,45 ГГц.

Таким образом, проведенные исследования позволили определить оптимальные режимы формирования КС с повышенной адгезией к GaAs с применением процессов ионно-лучевого синтеза.