

УДК 621.382.2

Силовые диоды с барьером Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs

Н. С. БОЛТОВЕЦ¹, Р. В. КОНАКОВА², В. В. МИЛЕНИН², Е. Ф. ВЕНГЕР², Д. И. ВОЙЦИХОВСКИЙ²¹Государственный научно-исследовательский институт "Орион",
ул. Эжена Потье, 8а, Киев 03057 (Украина)

E-mail: bms@i.kiev.ua

²Институт физики полупроводников НАН Украины,
проспект Науки, 45, Киев 03028 (Украина)

E-mail: konakova@eee.semicond.kiev.ua

Аннотация

Разработана технология изготовления силовых диодов Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs планарной и мезоструктуры на интегральном теплоотводе. Экспериментально исследовано влияние термического отжига при $T = 500$ °С в течение 1 ч в атмосфере водорода на барьерные свойства контакта. Показана возможность создания термостойкого (до 500 °С) силового диода Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs с напряжением лавинного пробоя ~200 В.

ВВЕДЕНИЕ

Силовые диоды Шоттки на основе эпитаксиальных n-n⁺-структур GaAs давно привлекают внимание разработчиков малогабаритных силовых устройств. Высокое быстродействие, термическая и радиационная стойкость арсенида галлия дают значительные преимущества силовым диодам с барьером Шоттки по сравнению с аналогичными конструкциями с p-n-переходом или кремниевыми силовыми диодами Шоттки. Реализация таких преимуществ тормозится практическим отсутствием надежных барьерных контактов, устойчивых прежде всего к термическим перегрузкам. Барьеры Шоттки на арсениде галлия, формируемые металлами, как правило, подвержены деградации даже при сравнительно невысоких температурных воздействиях: из-за межфазных взаимодействий размывается граница раздела (увеличивается толщина переходного слоя), что обуславливает увеличение фактора идеальности и существенное изменение высоты барьера Шоттки [1]. Как было показано в нашей работе [2], преодолеть этот процесс можно при использовании в качестве барьерообразующего мате-

риала фазы внедрения (нитридов и боридов тугоплавких металлов), в частности TiB_x.

Данная работа посвящена исследованию влияния термической обработки при температуре 500 °С и продолжительности отжига 1 ч в атмосфере водорода на параметры силового диода Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве базовой конструкции была выбрана диодная структура с барьером Шоттки на основе эпитаксиальных пленок GaAs n-типа, выращенных на сильнолегированных теллуром (100) подложках. Рабочая площадь диода до 100 мм², толщина эпслоя 15 мкм, концентрация легирующей примеси в n-слое $\sim 2 \cdot 10^{15}$ см⁻³, концентрация легирующей примеси в n⁺-подложке $\sim 2 \cdot 10^{18}$ см⁻³, напряжение пробоя ~200 В.

Барьер Шоттки создавался методом магнетронного напыления TiB_x из порошковой мишени с последующей металлизацией слоем золота толщиной ~0.3 мкм. Омический контакт к n⁺-области формировался золотогерманиевой эвтектикой.

Параметры обратной ветви вольт-амперной характеристики (ВАХ) стабилизировались применением МДП-структуры, выращенной по периметру барьера Шоттки. В качестве диэлектрика использовались слои SiO₂ толщиной ~0.2 мкм. Такая конструкция диодной структуры позволяет формировать однородный лавинный пробой без включения ранних микроплазм [3]. Диодные чипы монтировались в металлокерамическом корпусе.

Исследовались также конструкции силового диода Шоттки с теми же барьерными и омическими контактами, выполненные в виде обратной мезаструктуры с рабочей площадью 9 и 25 мм². Высота мезаструктуры составляла (25 ± 2) мкм. Диодные структуры

создавались на интегральном теплоотводе из выращенной электрохимическим способом меди толщиной ~80 мкм с последующим золочением.

До и после отжига в атмосфере водорода при T = 500 °С в течение 1 ч измерялись статические ВАХ силовых диодов Шоттки, из которых определяли основные параметры: высоту барьера φ_b, фактор идеальности n и обратный ток I_{обр} при обратном напряжении 50 В.

Межфазные взаимодействия в контактах исследовались методом электронной Оже-спектроскопии. До и после термоотжигив были измерены профили распределения компонентов в области границы раздела TiB_x-GaAs.

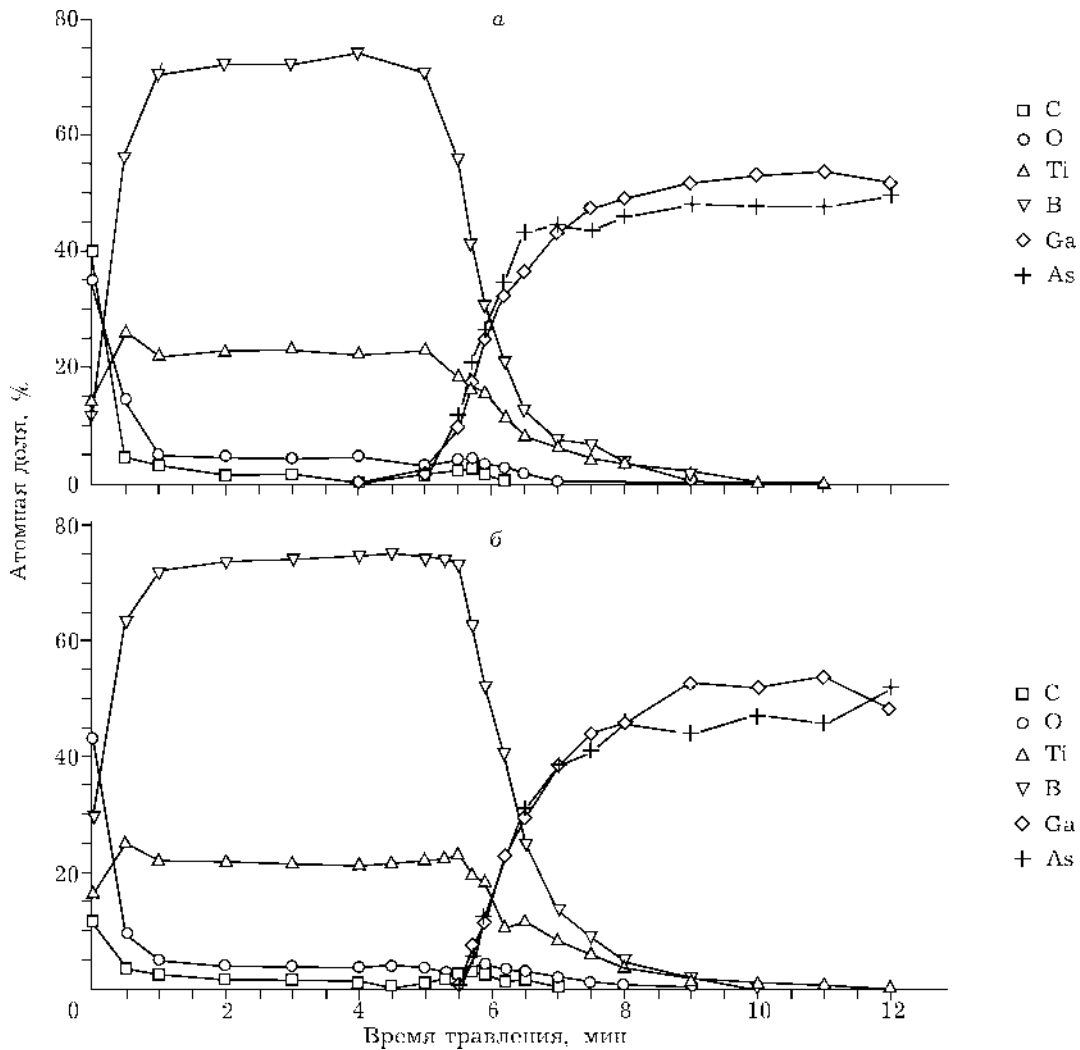


Рис. 1. Распределение компонентов контакта TiB_x-GaAs вблизи границы раздела с полупроводником: а - исходный образец, б - после отжига при 500 °С в течение 1 ч в атмосфере водорода.

ТАБЛИЦА 1

Параметры силовых диодов Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs до и после термической обработки

Параметр	До обработки	После отжига при $T = 500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1 ч
Высота барьера ϕ_b	0.78–0.79	0.78–0.79
Фактор идеальности n	1.15–1.20	1.18–1.20
Обратный ток $I_{обр}$ при $U_{обр} = 50\text{ В}$	$2-3 \cdot 10^{-9}$	$3-4 \cdot 10^{-9}$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведены параметры силовых диодов Шоттки до и после термической обработки.

Видно, что параметры барьера Шоттки, а именно фактор идеальности и обратный ток, изменились незначительно, а высота барьера осталась неизменной. Эти результаты находятся в хорошем соответствии с данными Оже-спектроскопии, приведенными на рис. 1. После термического отжига профили распределения компонентов контакта практически не изменились, что свидетельствует о высокой термической стабильности границы раздела TiB_x-GaAs.

В силовых диодах Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs, созданных по планарной и мезатехнологии с интегральным теплоотводом, свойства барьера Шоттки были идентичны до и после термообработки. Напряжение лавинного пробоя в диодах обоих типов независимо от рабочей площади для большинства ди-

одов составляло $(200 \pm 10)\text{ В}$ и соответствовало расчетному значению.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология получения термостабильного силового диода с барьером Шоттки Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs с напряжением лавинного пробоя $\sim 200\text{ В}$.

2. Отжиг контактов на основе TiB_x при $T = 500\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 1 ч в атмосфере водорода практически не изменяет их барьерных свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Е. Ф. Венгер, Р. В. Конакова, Г. С. Коротченко и др., Межфазные взаимодействия и механизмы деградации в структурах металл-InP и металл-GaAs, КНТК, Киев, 1999.
- 2 Е. Ф. Венгер, В. В. Миленин, И. Б. Ермолович и др., ФТП, 33 (1999) 948.
- 3 Н. С. Болтовец, Е. Ф. Венгер, Д. И. Войцеховский и др., Физика и химия обработки материалов, 5 (2000) 58.