

ДИФФУЗИОННЫЕ БАРЬЕРЫ НА ОСНОВЕ АМОРФНЫХ ФАЗ ВНЕДРЕНИЯ В КОНТАКТАХ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК

Беляев А.Е.¹, Болтовец Н.С.², Конакова Р.В.¹, Кудрик Я.Я.¹, Миленин В.В.¹, Шермет В.Н.¹

¹Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

пр. Науки, 41, Киев 03028, Украина, e-mail: konakova@isp.kiev.ua

²Государственное предприятие НИИ "Орион"

ул. Ежена Потье 8а, Киев 03057, Украина, e-mail: bms@i.kiev.ua

Проблема создания микроэлектронных твердотельных приборов с повышенной надежностью и стойкостью к активным воздействиям связана с поиском и использованием в системах контактной металлизации материалов, которые исключают или резко ограничивают действие факторов, обусловленных миграционными процессами. Основываясь на результатах выполненных нами комплексных исследований физико-химических механизмов формирования и деградации контактных структур, а также обобщенных литературных данных, к этим факторам можно отнести:

- создание на межфазных границах (МФГ) при формировании контакта металл-полупроводник (КМП) термодинамически неравновесного промежуточного слоя сложного химического состава;
- образование структурных дефектов вблизи поверхности полупроводника;
- формирование локальных неоднородностей в переходной области КМП;
- присутствие на МФГ КМП окисных слоев;
- возникновение собственных механических напряжений.

Попытки решить проблему стабилизации и стойкости параметров контактных систем при одновременном уменьшении их размеров по площади и глубине, используя традиционные термодинамические и кинетические подходы, не привели к положительным результатам. Более перспективным оказался путь, основанный на включении в структуру контактов стабилизирующих слоев — диффузионных барьеров (ДБ), которые не являются продуктами межфазных взаимодействий контактирующих слоев.

С точки зрения требований, предъявляемых к контактной металлизации, материалы для ДБ должны обладать высокой электропроводностью, термической и химической стабильностью, малым коэффициентом термического расширения.

Получение слоев этих материалов не должно вызывать больших технологических проблем. Как оказалось, этим требованиям удовлетворяют аморфные пленки нитридов и боридов тугоплавких металлов.

Эти вещества относятся к классу структур с плотной упаковкой, состав и кристаллическое состояние которых можно варьировать в широких пределах.

В нашей работе приведены результаты исследований контактных систем с использованием в качестве ДБ аморфных пленок TiB_x и ZrB_x к приборным структурам на основе эпитаксиальных пленок Si, GaAs, GaP, InP, SiC и GaN, используемых для создания микроволновых диодов и транзисторов.

Рассмотрены особенности физико-химических процессов протекающих при формировании контактов металл-полупроводник, а также факторы, ограничивающие их термическую стабильность.

Главное внимание уделено влиянию высокотемпературных воздействий и мощных электромагнитных излучений на термическую и радиационную стойкость контактных систем с диффузионными барьерами на основе аморфных пленок TiB_x и ZrB_x .

Показано, что наиболее выигрышное применение ДБ нашло в барьерных и омических контактах к широкозонным полупроводникам SiC и GaN. Рабочие температуры приборов на этих материалах, превышают более чем в 2 раза рабочие температуры кремниевых и арсенидгаллиевых приборов, а контактные системы выдерживают кратковременные высокотемпературные перегрузки до 1000 °С.

Контактные системы с диффузионными барьерами на основе TiB_x нашли применение в технологии микроволновых диодов в Государственном предприятии НИИ "Орион" (г. Киев, Украина).