

ДИСКРЕТНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

УДК 621.372.049.77

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ПЛЕНОЧНЫЕ СИСТЕМЫ В ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ СТРУКТУРАХ ДИОДОВ ШОТТКИ

В.А. СОЛОДУХА¹, В.В. БАРАНОВ², Ф.Ф. КОМАРОВ³, О.В. МИЛЬЧАНИН³,
О.Э. САРЫЧЕВ¹, Я.А. СОЛОВЬЁВ¹, А.С. ТУРЦЕВИЧ¹, Н.К. ФОМЕНКО²

¹ОАО «ИНТЕГРАЛ» - Управляющая компания Холдинга «ИНТЕГРАЛ»
ул. Казинца, 121 А, г. Минск, 220108, Республика Беларусь
dzpom@integral.by

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
vvb@bsuir.by

³«Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем
имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета
ул. Курчатова, 7, г. Минск, 220108, Республика Беларусь
KomarovF@bsu.by

Актуальность исследований обусловлена тем, что для силовой электроники характерным является существенное упрощение активной твердотельной структуры, в частности, использование структур без р-п-переходов, таких как диоды Шоттки. Это позволяет снизить потери мощности на кристалле при протекании прямого тока. В работе исследованы контакты Шоттки на основе различных переходных металлов с учётом требований к высоте барьера, стабильности и устойчивости к повышенным температурам эксплуатации.

Ключевые слова: тонкие плёнки переходных металлов, диоды Шоттки, микроструктура, электрофизические свойства.

Исследованы экспериментальные образцы диодов Шоттки с барьером Re / Si n-типа. Образцы диодов Шоттки SB1540S имели размер кристалла (2,5x2,5) мм. Показано, что значение высоты барьера Шоттки $\phi = 0,75$ эВ для экспериментальных образцов диодов Шоттки с Re барьером практически не отличается от теоретического значения ($\phi = 0,77$ эВ).

Впервые оценена устойчивость диодов Шоттки к воздействию разрядов статического электричества для твердотельных структур Re-V-Ti-Ni-Ag в составе диодов Шоттки с барьером на основе сплава Mo-Re и высокочистого Re. Экспериментальные образцы диодов Шоттки с Re барьером сохраняют работоспособность при температуре 150°C и выдерживают разряд статического электричества до 14 кВ. Результат может быть использован на ОАО «ИНТЕГРАЛ» в производстве диодов Шоттки серии SB под заказ для серии приборов, выдерживающих повышенные температуры.

Также исследованы структурно-фазовые превращения на границе структуры Pt/Si при низкотемпературных термообработках. Установлены основные особенности формирования силицидов Pt₂Si и оптимизированы режимы их формирования. Процесс силицидообразования начинается при 180-200°C с формирования фазы Pt₂Si на границе раздела Pt/Si. Отжиг при температуре 240-260°C приводит к полному переходу от пленки платины к слою силицида Pt₂Si. Полный переход слоя в фазу PtSi наблюдался при 360°C отжиге. При этом формируются структурно-однородные по толщине и размеру зерен поликристаллические слои силицидов с четкими межзеренными границами. Низкотемпературный способ формирования моносилицида платины (в качестве

контактного слоя диода Шоттки) позволяет получать структурно более совершенный силицидный слой, более качественную границу кремний/силицид, а также получить диоды с низкими обратными токами утечки по сравнению со стандартной термообработкой. Полученные в работе слои силицида PtSi характеризуются крупнозернистой структурой и пригодны для формирования структур диодов Шоттки.

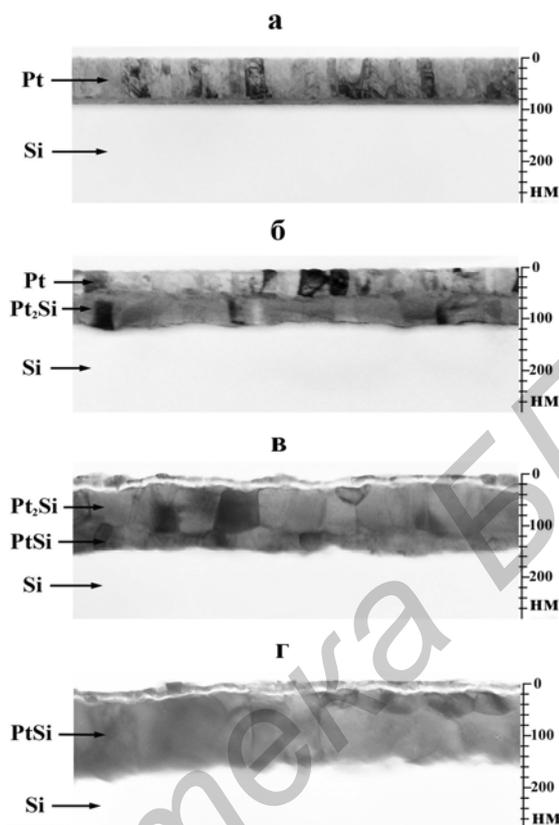


Рис. 1. ПЭМ-фотографии сечения структур Pt/Si после нанесения (а) и термообработки: 240°C, 120 мин (б); 300°C, 120 мин (в); 360°C, 60 мин (г)

Также проведены исследования структуры и фазовых превращений при двухстадийной термообработке в тонких композитных слоях металлов (Ni-Pt-V) на кремнии. По результатам исследований были оптимизированы режимы формирования барьерного силицидного слоя в экспериментальных образцах диодов Шоттки. Пленки сплава никель-платина-ванадий толщиной 35 и 70 нм наносили магнетронным распылением сплавной мишени с соотношением компонентов 77-18-5 масс. %, соответственно, на подложки монокристаллического кремния *n*-типа проводимости с удельным сопротивлением 0,6 Ом·см и ориентацией (111). Наличие ванадия обеспечивало создание немагнитного многокомпонентного сплава металлов, что приводило к более устойчивому и воспроизводимому процессу нанесения пленок. Максимальная высота барьера к кремнию (0,71 В) в экспериментальных образцах диодов Шоттки наблюдалась при первой термообработке при 300°C в течение 60 минут и последующей при 550°C в течение 30 минут. Установлено, что данная термообработка приводит к образованию поликристаллического силицидного слоя с размером зерен 100-300 нм и имеющего орторомбическую структуру атомной решетки, близкой к фазе NiSi, но с большими межплоскостными расстояниями за счет замещения атомов никеля в решетке атомами платины. Установлено, что вследствие преимущественной диффузии атомов платины на границу силицид/кремний происходит увеличение высоты барьера к кремнию.