

на вогнутой стороне, а при толщине оксида более 50 мкм пленка оксида — выпуклой. Это связано с тем, что при толщине оксида более 50 мкм происходит значительная пластическая деформация, которая и меняет знак внутренних механических напряжений. Величина механических напряжений, вызванных упругой деформацией структуры Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, пропорциональна разнице стрел прогиба S1 и S2. Она возрастает при увеличении толщины оксида и её зависимость от толщины оксида носит линейный характер. После второй операции травления подложки имеют остаточный изгиб. Это свидетельствует о пластической деформации в структуре АОП Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al-АОП Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, величина деформации пропорциональна стреле прогиба S2. Предложенная методика исследований позволила оценить величины как упругой, так и пластической деформаций. Показано, что их величина зависит от толщины оксида, режимов анодирования, толщины подложки, механических свойств и состава сплава алюминия.

## ДИОДЫ ШОТТКИ НА КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

Б.С. КОЛОСНИЦЫН, Я.С. АРСИТОВ

Карбид кремния (SiC) является перспективным материалом в электронике, так как является полупроводником с непрямой зонной структурой (то есть вероятность излучательной рекомбинации в нем небольшая), с шириной запрещенной зоны от 2,4 до 3,3 эВ, что больше по сравнению с Si и GaAs, а это в свою очередь, означает больший диапазон рабочих температур (теоретически — до 1000°C, практически до — 600°C).

Карбид кремния имеет высокую теплопроводность (примерно на уровне меди), что упрощает проблему отвода тепла, снижая тепловое сопротивление кристалла по сравнению с Si в два раза и GaAs в три раза.

Диод Шоттки по сравнению с диодами на *p-n*-переходах имеют более низкое прямое падение напряжения и незначительные потери при переключении, более высокое критическое поле пробоя (у карбида кремния в 10 раз больше чем у кремния), но к сожалению такой диод не способен работать с напряжениями более 200 В.

Диоды Шоттки на карбиде кремния имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными диодами Шоттки на кремнии (более широкий диапазон рабочих температур, малые утечки, более стабильные параметры при высоких температурах, малое время восстановления обратного тока), но такие структуры имеют большие токи утечки.

Значение емкостного заряда карбид-кремниевых диодов практически не зависит от скорости изменения тока, тогда как заряд обратного восстановления у кремниевых диодов увеличивается, и, соответственно, растут потери на высоких частотах.

Для уменьшения токов утечки и увеличения рабочего напряжения были предложены диоды Шоттки с *p-n*-переходом. В таких структурах локальные *p-n*-переходы дополняются контактами Шоттки.

## КРИТЕРИЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОЩНЫХ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Н.А. ГОНЧАРОВА, Б.С. КОЛОСНИЦЫН

Рассмотрена термоэлектрическая модель и критерий стабильности планарно-эпитаксиального высокочастотного транзистора, имеющего структуру типа «overlay».

Для получения аналитического выражения критерия стабильности с учетом шнурования эмиттерного тока, предполагается, что источник тепла (коллекторный *p-n*-переход) считается плоским и находится на поверхности из полупроводникового транзисторного чипа.

Показано, что количественную оценку критического режима работы, используя предложенный критерий, невозможно распространить на все типы биполярных транзисторов, но просматривается совпадение теоретических расчетов с результатами