

06; 11; 12

© 1991

ВЛИЯНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ НА ЭФФЕКТ РАДИАЦИОННО-СТИМУЛИРОВАННОГО УПОРЯДОЧЕНИЯ

О.Ю. Б о р к о в с к а я, Н.Л. Д м и т р у к,
О.Н. М и ш у к

Создание микрорельефа или текстирование поверхности полупроводников методом химического анизотропного травления используется для повышения чувствительности датчиков различных физических величин, фотоприемников и повышения КПД солнечных элементов, применяемых, в частности, для космических целей. Широкое использование структур с неплоской границей раздела обусловлено большим разнообразием электрофизических и оптических явлений по сравнению со структурами с плоской поверхностью. Так, например, увеличение поглощения на микрорельефе приводит к увеличению фотоэлектрических токов и инициации процессов, связанных с возбуждением поверхностных электронных состояний (ПЭС), что проявляется в возникновении аномального фотоэмиссионного тока [1]. Текстирование поверхности изменяет не только ее оптические свойства, определяющие скорость генерации неравновесных носителей тока, но и рекомбинационные характеристики – приграничное время жизни неосновных носителей и скорость поверхностной рекомбинации [2]. С другой стороны, облучение поверхностно-барьерных структур в диапазоне малых доз проникающей радиации может существенно увеличивать время жизни неосновных носителей τ , уменьшать скорость поверхностной рекомбинации и улучшать электрические параметры диодных структур – увеличивать высоту барьера φ_B , уменьшать параметр неидеальности вольт-амперных характеристик (ВАХ) n [3]. Поскольку такой радиационно-стимулированный эффект (РСЭ), вероятно, обусловлен процессами геттерирования дефектов или примесей границами раздела фаз, то увеличение площади поверхности при создании микрорельефа, по-видимому, должно приводить к возрастанию величины эффекта. Настоящая работа посвящена выяснению влияния микрорельефа поверхности на процесс радиационно стимулированного упорядочения (геттерирования) в поверхностно-барьерных структурах.

Объектом исследования служили барьеры Шоттки с плоской и микрорельефной поверхностями, изготовленные в одном процессе вакуумного напыления золота на подогретую до $+120^\circ\text{C}$ поверхность эпитаксиальных структур $n-n-GaAs$ ($n = 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$). Микрорельеф дендритной морфологии создавался травлением $GaAs$ в HNO_3 .

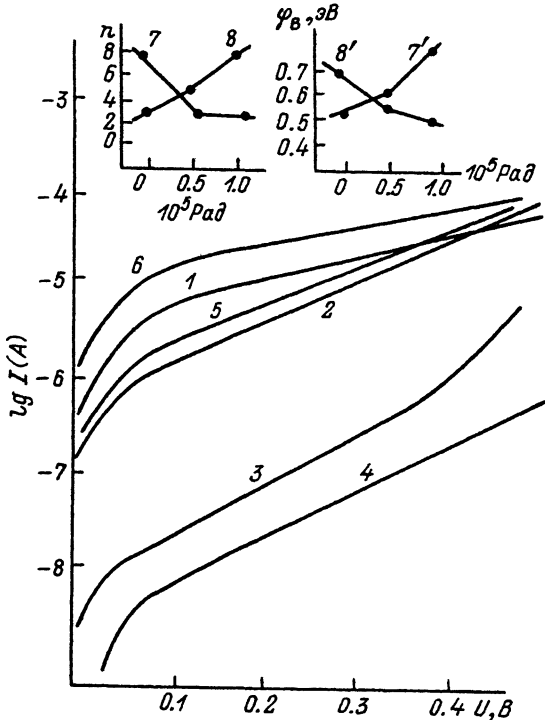


Рис. 1. ВАХ двух диодов Шоттки $Au-GaAs$ с микрорельефной поверхностью (1-3) и (4-6) при различных дозах облучения: кривые 1, 4 - $\Phi_{\gamma} = 0$ рад; 2, 5 - $\Phi_{\gamma} = 5 \cdot 10^4$ рад; 3, 6 - $\Phi_{\gamma} = 1 \cdot 10^5$ рад. На вставках: дозовые зависимости коэффициента неидеальности (а) и высоты барьера (б), определяемые из ВАХ (1-3) - кривые 7 и 7', и из ВАХ (4-6) - кривые 8 и 8'.

Исследовалось изменение электрофизических параметров и рекомбинационных свойств границы раздела и приграничной области полупроводника с помощью измерений вольт-амперных (ВАХ), вольт-фарядных (ВФХ) характеристик, спектральных и полевых зависимостей фототока диодов Шоттки.

Анализ результатов исследования показал, что характер радиационных процессов в диодах Шоттки $Au-GaAs$ с микрорельефной и плоской границей раздела во многом подобен, т.е. определяется степенью отклонения от термодинамического равновесия. Так, в области малых доз облучения ($5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$ рад) параметры границы раздела, определяемые из прямых ВАХ, для микрорельефных структур улучшались (уменьшался параметр неидеальности n , возрастала высота барьера в контакте φ_B) в случае исходно более несовершенных структур и ухудшались в структурах, близких к идеальным (рис. 1). Величина обратных токов в области генера-

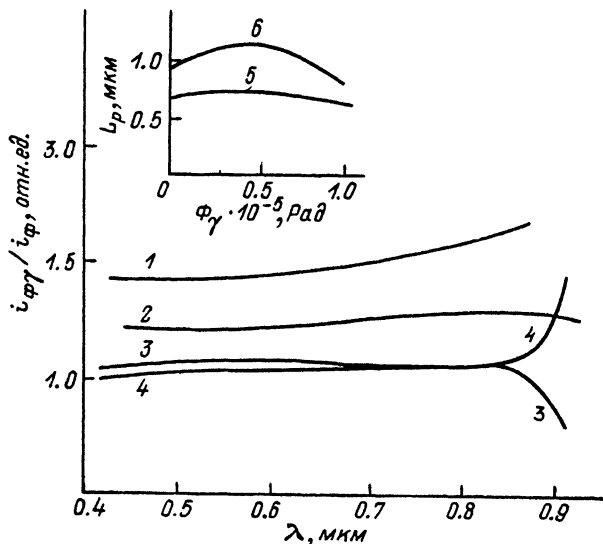


Рис. 2. Спектры относительного изменения фототока к.з. диодов Шоттки $\text{Au} - \text{GaAs}$ с плоской (1, 2) и микрорельефной поверхностями (3, 4), подвергнутых облучению γ -квантами дозой $\varphi = 5 \cdot 10^4$ рад, (1, 3) и $1 \cdot 10^5$ рад (2, 4). На вставке - дозовая зависимость длины диффузии неосновных носителей в диодах с плоской (5) и микрорельефной (6) поверхностями.

ционно-рекомбинационного механизма токопрохождения уменьшалась, если не происходило существенного ухудшения параметров границы раздела n, φ_B . Однако наряду с этим изменение рекомбинационных свойств приграничной области GaAs на плоской и микрорельефной структурах происходит не совсем одинаково. Длина диффузии неосновных носителей тока возрастает при дозах облучения $5 \cdot 10^4$ рад как на плоских, так и на микрорельефных структурах, однако на последних она ухудшается уже при дозе $1 \cdot 10^5$ рад до уровня, равного или даже ниже исходного, тогда как на плоских - еще практически не уменьшается (вставка к рис. 2). Эти же эффекты можно проследить и по относительному изменению спектральной фоточувствительности указанных структур (рис. 2), в частности в длинноволновой области спектра. В области сильного поглощения света, где фоточувствительность диодных структур зависит от рекомбинационных свойств границы раздела металл-полупроводник низкодозовое облучение вызывает увеличение фоточувствительности только в случае плоских структур и с ростом дозы облучения происходит ее уменьшение.

Эти эффекты можно объяснить, если учесть различную степень совершенства плоских и микрорельефных структур. Анализ спектров

фоточувствительности плоских и микрорельефных структур с учетом поглощения света в пленке Au , эффекта многократного отражения на рельефе, изменения площади за счет ее текстурирования, а также основных механизмов рекомбинационных потерь в приграничной области $GaAs$ и на границе раздела показывает, что микрорельефные структуры отличаются несколько большим совершенством границы раздела, что проявляется в основном в уменьшении (примерно на порядок величины скорости надбарьерного переноса основных носителей тока при сравнительно небольшом изменении скорости поверхностной рекомбинации [2]). Об этом свидетельствуют и большие величины длин диффузии неосновных носителей L_p в диодах с микрорельефной поверхностью. Это, по-видимому, связано со способом получения микрорельефа. Текстурирование поверхности полупроводников методом химического анизотропного травления приводит не только к увеличению площади границы раздела, но и к удалению из приповерхностной области термодинамически неравновесных фаз, точечных и линейных дефектов. При относительно малых дозах радиации эти стоки являются свободными и способствуют аннигиляции дефектов приграничной области или образованию электрически неактивных комплексов. Поэтому радиационно-стимулированное упорядочение границы раздела меньше в случае микрорельефных структур, эффект геттерирования смещен в область меньших доз.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Борковская О.Ю., Горбач Т.Я., Дмитрук Н.Л. и др. // ФТП. Т. 23. В. 12. С. 2113-2121.
- [2] Борковская О.Ю., Дмитрук Н.Л., Мищук О.Н. // ФТП. 1991. Т. 25. В. 13. С. 3213-3215.
- [3] Борковская О.Ю., Горбач Т.Я., Дмитрук Н.Л. и др. // Электронная техника. Сер. 2. 1989. В. 5. С. 50-55.
- [4] Борковская О.Ю., Дмитрук Н.Л., Литовченко В.Г. и др. // ФТП. 1989. Т. 23. В. 2. С. 207-212.

Институт полупроводников
АН УССР,
Киев

Поступило в Редакцию
10 сентября 1991 г.