Релаксационные процессы на поверхности GaAs с адсорбированными слоями цезия и кислорода

Хорошилов В.С.^{1,2}, Журавлев А.Г.^{1,2}, Альперович В.Л.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-102

Изучение неравновесных явлений на поверхности полупроводников при адсорбции посторонних атомов представляет как научный, так и практический интерес. Научный интерес связан с выяснением механизмов прилипания, диффузии и встраивания адатомов. Практический интерес обусловлен влиянием неравновесных явлений на работу полупроводниковых приборов, таких как фотоэммитеры p -GaAs(Cs,O) с отрицательным эффективным электронным сродством [1]. Поверхности Cs/GaAs с относительно небольшим (0.2-0.4 эВ) положительным сродством также привлекают внимание в связи с возможностью повышения эффективности преобразования солнечной энергии [2]. Степень неравновесности и скорость релаксации к равновесию зависит от потока адатомов на поверхность и температуры. Ранее нами были изучены дозовые зависимости и релаксационная кинетика тока фотоэмиссии, электронного сродства и вероятностей выхода электронов в вакуум на поверхности GaAs с неравновесными слоями цезия [3]. Можно предположить, что адсорбция кислорода позволит существенно изменить ("стабилизировать") фотоэмиссионные свойства поверхности GaAs(Cs,O). Цель данной работы состоит в экспериментальной проверке этого предположения путём измерения релаксационной кинетики тока фотоэмиссии при адсорбции цезия и кислорода на поверхности GaAs(001) при различных температурах.

Эксперименты проводились в сверхвысоковакуумной установке на эпитаксиальных слоях сильнолегированного p -GaAs(001) с концентрацией дырок $7 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. При адсорбции цезия, максимум дозовой зависимости при Cs покрытии около 0.5 монослоя и релаксационное увеличение тока фотоэмиссии после выключения Cs источника сменяется насыщением дозовой зависимости и релаксационным падением тока фотоэмиссии, соответственно, при сравнительно небольшом повышении температуры (от $T=20^\circ\text{C}$ до 150°C). Изменения дозовой зависимости квантового выхода фотоэмиссии при повышении температуры обусловлены качественными изменениями дозовой зависимости поверхностного изгиба зон [3]. Изменение знака релаксационной кинетики свидетельствует о том, что эта кинетика обусловлена различными процессами в цезиевом слое, по-разному зависящими от температуры. Рост фототока при релаксации в диапазоне «низких» температур от 20°C до 80°C обусловлен, по-видимому, релаксацией истинного сродства, а падение при «высоких» температурах 80°C - 150°C – релаксацией изгиба зон. Показано, что адсорбция кислорода на поверхности Cs/GaAs приводит к повышению стабильности фотоэмиссионных свойств поверхности GaAs(Cs,O). При этом амплитуды релаксационной кинетики тока фотоэмиссии уменьшается приблизительно в 3 раза. Во всем исследованном диапазоне температур (от 20°C до 150°C), после адсорбции кислорода наблюдается рост квантового выхода фотоэмиссии, обусловленный релаксацией истинного электронного сродства на поверхности GaAs(Cs,O).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках научного проекта № 18-42-543005.

[1] V.V. Bakin et al., *e-J. Surf. Sci. Nanotech.* **5**, 80 (2007).

[2] J.W. Schwede et al., *Nat. Mater.* **9**, 762 (2010).

[3] A.G. Zhuravlev, V.L. Alperovich, *Appl. Surf. Sci.* **395**, 3 (2017).