Релаксационная кинетика фотоэмиссии из GaAs со слоями цезия

В.С. Хорошилов^{1,2)}, А.Г. Журавлев^{1,2)}, Д.М. Казанцев^{1,2)}, В.Л. Альперович^{1,2)}

¹ *Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН, 630090, Новосибирск*

² *Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск*

тел.: +7 (383)330-98-74, эл. почта: zhuravl@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-131

Поверхности *p*-GaAs с адсорбированными слоями цезия и кислорода уже более полувека широко используются для создания фотокатодов с отрицательным электронным сродством [1]. Поверхности полупроводников с относительно небольшим (0.2-0.4 эВ) положительным электронным сродством привлекают внимание в связи с возможностью создания новых преобразователей солнечной энергии, более эффективных, чем фотовольтаические, за счёт использования фотонно-усиленной термоэлектронной эмиссии [2]. Арсенид галлия перспективен для создания таких преобразователей благодаря оптимальной ширине запрещённой зоны и возможности получения оптимального электронного сродства путём нанесения на поверхность GaAs(001) цезиевого покрытия. Практическое использование поверхности Cs/GaAs осложняется её неравновесностью, приводящей к нестабильности фотоэмиссионных свойств из-за необратимых релаксационных процессов в цезиевом слое [3]. Скорость и амплитуда релаксационных изменений тока фотоэмиссии на поверхности Cs/GaAs(001) должна существенно зависеть от температуры. Ожидается, что повышение температуры приведет к увеличению скорости и уменьшению амплитуды релаксационной кинетики в результате создания более равновесного цезиевого слоя на поверхности GaAs(001) при повышенных температурах. В данной работе проведено экспериментальное исследование кинетики тока фотоэмиссии при адсорбции цезия и последующей релаксации Cs слоя на поверхности GaAs(001) при различных температурах.

Эксперименты проводились в сверхвысоковакуумной установке на эпитаксиальных слоях сильнолегированного *p*-GaAs с концентрацией дырок $7 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Чистые поверхности GaAs(001) приготавливались химическим удалением оксидов и последующим отжигом в вакууме. Экспериментально установлено, что при увеличении температуры до 150°C, качественно меняется форма дозовых зависимостей квантового выхода фотоэмиссии: вместо максимума фототока при цезиевом покрытии $\sim 0.5 \text{ ML}$ и последующего падения, при высоких температурах наблюдается насыщение квантового выхода. Данное насыщение, по-видимому, вызвано насыщением изгиба зон при высоких температурах [3]. Сохранение характерных особенностей в дозовых зависимостях фототока свидетельствует, что коэффициент прилипания цезия на поверхности GaAs(001) с ростом температуры меняется не более, чем на 5%. Кинетика фотоэмиссии при последующей релаксации цезиевого слоя, будучи направленной в сторону роста фототока при комнатной температуре, при нагревании становится немонотонной (с несколькими максимумами и минимумами). Такие изменения формы говорят о том, что кинетика обусловлена различными процессами, по-разному зависящими от температуры. По-видимому, рост фототока при релаксации в диапазоне «низких» температур 20°C-80°C обусловлен релаксацией истинного сродства, а падение при «высоких» температурах 80°C-150°C – релаксацией изгиба зон. В настоящей работе кинетика фототока описывалась с помощью трёх экспоненциальных слагаемых. Характерные времена релаксации, определенные из экспериментальных кинетик, лежат в диапазоне от 20 секунд до 30 минут. Установлено, что при релаксации цезиевого слоя характерные времена кинетики снижаются с ростом температуры, что может быть связано с ускорением релаксационных процессов. В работе также обсуждается возможность повышения стабильности цезиевого покрытия путём адсорбции кислорода на поверхности Cs/GaAs.

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

Литература

- [1] V.V. Bakin et al., e-J. Surf. Sci. Nanotech. Vol. 5, p.80-88 (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).