

Влияние ширины приповерхностной области изгиба зон на вероятность выхода электронов из Cs/GaAs

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

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

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

Поверхности полупроводников с относительно небольшим положительным эффективным средством $\chi^* \sim 0.2-0.4$ эВ в последнее время привлекают внимание в связи с возможностью повышения эффективности преобразования солнечной энергии за счет использования "фотонно-усиленной термоэлектронной эмиссии" (photon-enhanced thermionic emission, PETE) [1]. В PETE процессе электроны возбуждаются светом в зону проводимости, ниже уровня вакуума, а затем приобретают тепловую энергию, необходимую для эмиссии, от кристаллической решетки. Поверхность Cs/GaAs перспективна для создания PETE-преобразователей благодаря оптимальной ширине запрещенной зоны GaAs и возможности задать оптимальную величину средства χ^* , изменяя концентрацию цезиевых атомов. В работе [2] с помощью метода спектроскопии квантового выхода фотоэмиссии показано, что на поверхности Cs/GaAs(001) с положительным электронным средством при адсорбции Cs вероятность выхода электронов проходит через максимум при цезиевом покрытии ~ 0.4 монослоя. Максимум вероятности выхода может быть обусловлен надъямным резонансом при прохождении электроном приповерхностной области изгиба зон. Цель данной работы состоит в проверке гипотезы о надъямном резонансе в эксперименте по адсорбции цезия и кислорода на поверхностях GaAs(001) с различной шириной области изгиба зон.

Эксперименты проводились в сверхвысоковакуумной установке на эпитаксиальных слоях однороднолегированного p^+ -GaAs с концентрацией дырок $7 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$, что соответствует ширине области изгиба зон ~ 10 нм, а также на GaAs UP⁺-структуре, в которой 100-нм ширина области поверхностного поля задавалась толщиной нелегированного слоя GaAs, выращенного поверх сильнолегированного p^+ -GaAs. Вероятность выхода P и эффективное электронное средство χ^* при адсорбции цезия и кислорода на поверхностях GaAs(001) определялись методом спектроскопии квантового выхода фотоэмиссии [2]. Установлено, что измеренные на p^+ -GaAs и UP⁺-структуре GaAs зависимости вероятностей

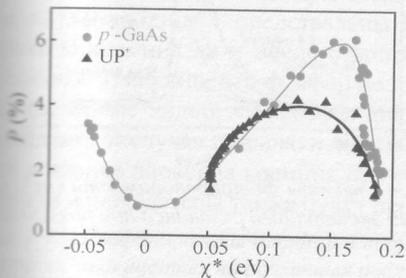


Рис. 1. - Зависимость вероятности выхода электронов в вакуум от электронного средства из p -GaAs и UP⁺-структуре GaAs.

выхода от величины электронного средства $P(\chi^*)$ похожи: наблюдается максимум вероятности выхода при $\chi^* \sim 0.15$ эВ (рис. 1). С учетом десятикратного различия в ширине поверхностной потенциальной ямы для электронов, этот факт не согласуется с гипотезой о надъямном резонансе как причине возникновения максимума в зависимости вероятности выхода от средства. В работе обсуждаются другие возможные причины проявления максимума, такие как захват эмитируемых электронов в квазидвумерные состояния в приповерхностной области изгиба зон и рассеяние электронов в L -долину зоны проводимости

Nature Mater. 9, 762 (2010).

[2] A.G. Zhuravlev, A.S. Romanov, V.L. Alperovich, Appl. Phys. Lett. 105, 251602 (2014).

[1] J.W. Schwede, I. Bargatin, D.C. Riley, et al.,