Формирование атомарно-гладкой эмитирующей поверхности полупрозрачного p-GaAs(Cs,O) - фотокатода

В.В. Бакин¹⁾, С.А. Рожков^{1,2)}, Г.Э. Шайблер^{1,2)}, С.Н. Косолобов¹⁾, Н.С. Рудая¹⁾, А.С. Кожухов^{1,2)}, А.С. Терехов¹⁾

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

²⁾ НГУ, Новосибирск, 630090, ул. Пирогова, 2

тел: (383) 330-98-74 эл. почта: bakin@ngs.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-155

Полупрозрачные p-GaAs(Cs,O) - фотокатоды (ПФК) с эффективным отрицательным электронным средством (ОЭС) широко используются в современных фотоприёмниках различного назначения и поэтому, поиск путей повышения их технических характеристик является актуальной научной задачей. В настоящее время принято считать, что основные характеристики p-GaAs(Cs,O) - фотокатодов, такие как вероятность выхода фотоэлектронов в вакуум и угловое распределение эмитированных фотоэлектронов, ограничены шероховатостью эмитирующей поверхности p-GaAs - слоя [1]. В данной работе впервые экспериментально показана возможность формирования атомарно – гладкой эмитирующей поверхности p-GaAs - слоя полупрозрачного фотокатода на подложке из «толстого» стекла без введения дислокационной сетки в полупроводниковую структуру. В экспериментах использовались многослойные гетероэпитаксиальные структуры (ГЭС), выращенные методом МОС - гидридной эпитаксии. В качестве просветляющего покрытия ГЭС был использован SiO - слой. Сочленение ГЭС со стеклянной подложкой выполнено электродиффузионной сваркой. Выбранные материалы и режимы сварки исключали введение дислокаций в ГЭС. Для удаления GaAs-подложки и «стопорного» AlGaAs - слоя использовались селективные травители на основе $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2$ и HCl , соответственно. Среднеквадратичная шероховатость поверхности активного p-

GaAs - слоя после использования селективных травителей, измеренная атомно – силовым микроскопом (АСМ), была близка к ~ 0.2 нм. Финишное «выглаживание» эмитирующей поверхности p-GaAs - слоя включало два этапа. На первом этапе мы использовали химико-механическое полирование (ХМП) p-GaAs-слоя в разбавленном щелочном растворе оригинального состава без использования абразивных материалов. После ХМП среднеквадратичная шероховатость поверхности p-GaAs - слоя не превышала ~ 0.1 нм. Дальнейшее «выглаживание» поверхности p-GaAs - слоя ПФК проводилось путём его прогрева в «равновесных» условиях. Для обеспечения этих условий поверхность p-GaAs - слоя ПФК «прикрывалась» p-GaAs - слоем идентичного состава и помещалась в «самодельную» печь, заполненную чистым водородом. Прогрев проводился в равновесных условиях, в которых

потоки мышьяка, галлия и цинка из p-GaAs - слоя ПФК и «прикрывающего» p-GaAs - слоя уравнивали друг друга. Рельеф эмитирующей поверхности p-GaAs-слоя ПФК после второго этапа «выглаживания», измеренный методом АСМ, показан на рисунке. Из рисунка следует, что на поверхности p-GaAs - слоя сформировались регулярные террасы атомной высоты. Появление атомарно – гладких террас на поверхности p-GaAs - слоя указывает на то, что снижение удельной свободной энергии поверхности обусловлено снижением её удельной энтальпии. Фотолюминесцентное изображение p-GaAs - слоя «показало» отсутствие следов дислокационной сетки в фотокатодной структуре. Мы полагаем, что дальнейшее совершенствование предложенной методики финишной обработки поверхности p-GaAs-слоя позволит создать ПФК с физически предельными характеристиками.

Литература

[1] S. Karkare, I. Bazarov //Appl. Phys. Lett. 2011. V.98. No 3.P. 094104(3).