ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР ПОВЕРХНОСТИ GaAs(111) ПРИ КОАДСОРБЦИИ ЦЕЗИЯ И КИСЛОРОДА

*Блиев А.П., **Наконечников А.В.

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова

Владикавказ, Россия

*bliev@mail.ru, **nakonsp@mail.ru

Физические и химические процессы происходящие на поверхности полупроводников при коадсорбции цезия и кислорода являются предметом исследования уже более 30 лет. Получаемые таким образом активированные поверхности GaAs широко используются не только в промышленной электронике, но также в атомной физике и физике высоких энергий. В последнее время поверхности с отрицательным электронным сродством находят применение в качестве источников спин-поляризованных электронов. Несмотря на большое количество исследований, на данный момент остаются мало изученными полярные грани поверхности GaAs и происходящая на них адсорбция атомов щелочных металлов. Важность исследования интерфейсов GaAs (Cs, O) носит не только научный характер, но и является исключительно важной физико-технологической задачей.

Целью настоящей работы являлось исследование электронных свойств полярной грани GaAs(111) при адсорбции цезия и кислорода

Измерения энергетического спектра GaAs проводились методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS, AlK_a = 1486,6 эВ) и ультрафиолетовой электронной спектроскопии (UPS, hv=60 эВ). Атомарно-чистую поверхность арсенида галлия получали методом ионной бомбардировки. Одновременно контролировалось относительное изменение работы выхода на образцах методом электронного пучка Андерсона. Адсорбцию цезия производили из стандартного источника.

Установлено, что наиболее значительные изменения работы выхода - в 2,75 эВ, достигаются при покрытиях поверхности в 0,5 монослоя атомов Cs. Дальнейшая адсорбция до 2 монослоев атомов цезия изменяет работу выхода на

0,25 эВ. Анализ спектров фотоэлектронной эмиссии показывает, что по мере увеличения степени покрытия поверхности атомами цезия растет интенсивность пиков фотоэлектронов, как As 3d, так и Cs 4d.

После стабилизации термодинамической работы выхода при адсорбции атомов Cs производилась адсорбция O_2 на поверхности GaAs(111). В процессе осаждения O_2 также контролировалась термодинамическая работа выхода. Общее изменение работы выхода при адсорбции O_2 составило 1,2эВ.

Уменьшение работы выхода после осаждения Cs происходит, на наш взгляд, вследствие осаждения электроположительного цезия на поверхности и увеличения изгиба зон вниз. Дальнейшее уменьшение работы выхода при адсорбции кислорода, очевидно, связано с образованием диполей Cs_2O, что также приводит к дальнейшему скачку потенциала вниз.

Таким образом адсорбция атомов Cs и O_2 в общей сложности изменяет работу выхода на 3,95 эВ. Такое снижение возможно, либо за счёт образования химической связи атомов цезия с поверхностными атомами и образования новых состояний, приводящих к возникновению положительного заряда на поверхности, либо за счёт поля диполей Cs_2O, образующихся при физической адсорбции.

Для определения механизма снижения работы выхода была исследована энергетическая структура поверхности валентной зоны GaAs(111) с помощью ультрафиолетовой электронной спектроскопии. Определено, что в запрещенной зоне никаких новых состояний не обнаружено. В то время как в валентной зоне происходит некоторое смещение пиков. При покрытиях же больше 1 Ленгмюр разрешимость пиков даже ухудшается и происходит их уширение по мере увеличения покрытия цезием. Это можно объяснить вкладом в спектр фотоэлектронов от адсорбата. Установлено, что по мере покрытия поверхности GaAs(111) атомами Cs и O_2 новых электронных состояний не образуется, а снижается лишь барьер на границе полупроводник-вакуум вследствие поля диполей Cs_2O.