

УДК 537.533.8

А.С. Спицына (6-й курс, каф. ФЭ), В.Б. Бондаренко, к.ф.м.н., доц.

ПЛОТНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ НА ЕСТЕСТВЕННО НЕУПОРЯДОЧЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА

ABSTRACT: A model is constructed for the surface band-bending region of a semiconductor which takes into account the discrete behavior of the uncorrelated dopant charge. In this model we obtained the functional dependence of the surface state density.

Традиционный квазиклассический подход к описанию двумерной электронной системы приводит к известному результату: на бездефектной поверхности плотность состояний не зависит от энергии. Известно также, что наличие поверхностных дефектов такая зависимость появляется [1]. Однако при этом игнорируется неупорядоченность потенциала, обусловленная незранированными дискретными зарядами примеси в обедненных слоях. Вследствие этого даже на априори структурно идеальной поверхности примесного полупроводника появится “хвост” плотности состояний в запрещенной зоне.

В работе в пренебрежении корреляции примесных атомов определена функция плотности распределения потенциала $f(U)$ на поверхности полупроводника. В рамках приближения линейного экранирования получен гиперлапласовский закон:

$$f(U) = \alpha \cdot \exp[\alpha U - C - \exp(\alpha U - C)], \quad (1)$$

где $\alpha = \pi/(\delta U \sqrt{6})$ - параметр распределения, $\delta U = \sqrt{N_0/\pi L_0 D_0^2}$ - величина среднеквадратичного отклонения потенциала [2], D_0 - локальная плотность электронных состояний, N_0 - уровень легирования полупроводника, L_0 - ширина обедненной области, $C \approx 0.577$ - постоянная Эйлера. Используя этот результат была вычислена зависимость плотности поверхностных состояний от энергии:

$$D(E) = D_0 \cdot \left\{ 1 - \exp[-\exp(\alpha E - C)] \right\} \quad (2)$$

Таким образом, изначально на поверхности имеется локализованный электронный заряд, зависящий от параметров системы, что приводит к ослаблению экранирующей способности двумерного электронного газа.

Полученные зависимости (1) и (2) оказываются справедливыми и при описании поверхностных свойств дисперсных полупроводниковых систем [3], в частности нанопористого углерода. В этом случае основным источником хаотического потенциала являются собственные квазимолекулярные образования на поверхности, обладающие дипольным моментом.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Т.Андо, А.Фаулер, Ф.Стерн. Электронные свойства двумерных систем. М., Мир, 1985.
2. В.Б.Бондаренко, М.В.Кузьмин, В.В.Кораблев, ФТП, т.35, № 8, с.964-968 (2001).
3. С.О.Гладков. Физика пористых структур. М., Наука, 1997.