

УДК 537.311.322

© 1995 г. КОРЕЛЬ А. И.

О РЕЗОНАНСНОМ ТУННЕЛИРОВАНИИ ЧЕРЕЗ  
ПРИМЕСНЫЕ ЦЕНТРЫ В L-ОБРАЗНОМ ЭЛЕКТРОННОМ ВОЛНОВОДЕ

Показано, что в L-образном электронном волноводе, содержащем потенциальный барьер с примесями в угловой части, может реализоваться резонансное туннелирование. Энергетический спектр рассматриваемой системы регулируется изменением параметров глубоких центров. Показано, что при резонансных энергиях не происходит угловое отражение электронной волны и коэффициент трансмиссии становится практически равным единице.

Электронные волноводы и туннельно-резонансные структуры (ТРС) независимо друг от друга являются объектами широкого изучения и применения в современной полупроводниковой электронике. Очевидно, в ближайшем будущем эти объекты будут использоваться совместно в разнообразных комбинациях. При объединении указанных структур, как будет показано ниже, может, в частности, отсутствовать отражение электронной волны в углах волновода, которое, как известно [1], приводит к существенному уменьшению коэффициента трансмиссии.

В настоящей работе рассматриваются транспортные свойства структуры, которая представляет собой один из вариантов комбинирования электронных волноводов и ТРС, а именно рассчитывается коэффициент трансмиссии  $T$  электронного L-образного волновода, в углу которого находится потенциальный барьер, содержащий глубокие примесные центры (рис. 1). Такой барьер, как известно, является ТРС. Интерес к использованию подобных ТРС значительно возрос, после того как авторы [2] показали, что наличие рассеивателей в потенциальных барьерах приводит к очень значительному изменению энергетических спектров периодических сверхрешеток (СР). Полезные результаты были получены при изучении роли рассеивателей (расположенных или в потенциальных барьерах, или в квантовых ямах) в других полупроводниковых структурах. В частности, в работе [3] рассматривались туннельные спектры двубарьерной ТРС, в работах автора настоящей статьи изучались спектры неупорядоченных СР [4], иерархических СР [5], квазипериодических цепей Фибоначчи [6]. Отметим, что авторы [2] предложили рассматривать так называемые «примесные плоскости глубоких уровней» (ППГУ). Технология образования таких ППГУ, в которых волновая функция сильно затухает лишь в перпендикулярном к гетерограницам направлении, хорошо известна [7]. Создать условия для резонансного туннелирования в подобной структуре можно по-разному. В настоящей работе рассматривается вариант, в котором используются две ППГУ, расположенные в областях 2 и 5 рис. 1 (области, составляющие потенциальный барьер, обозначены цифрами 2, 3, 4, 5, 6; штриховые линии соответствуют ППГУ, имеющим координаты  $x_c$  и  $z_c$ ). Потенциал глубоких центров моделируется  $\delta$ -функцией:  $U(x) = \Omega_1(x - x_c)$ ,  $U(z) = \Omega_2(z - z_c)$ . Волновые функции, выраженные в атомных единицах, во всех областях могут быть представлены как

$$\Psi_1 = \sum_{n=1}^{\infty} (c_{1,n} e^{ik_1 n^2} + d_{1,n} e^{-ik_1 n^2}) \sin\left(\frac{n\pi}{a} x\right),$$