Электрон-фононное взаимодействие в квантовых ямах с одноосными барьерами**Маслов А.Ю., Прошина О.В.***ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26*

DOI 10.34077/Semicond2019-170

В наноструктурах, изготовленных с использованием ионных материалов, взаимодействие заряженных частиц и экситонов с оптическими фононами может быть сильным. Это приводит к образованию поляронов большого радиуса, которые могут существенно влиять на оптические и транспортные свойства наноструктур.

Среди соединений A^2B^6 значительное число обладает одноосной симметрией. Если такие соединения используются при изготовлении квантовых ям, то меняется как спектр фононных состояний, так и характер электрон-фононного взаимодействия.

В настоящей работе получены аналитические выражения для потенциальной энергии электрон-фононного взаимодействия, если в качестве барьеров квантовых ям выбраны материалы с одноосной симметрией. Рассмотрены все ветви оптических фононов, имеющиеся в таких структурах [1]. Показано, что интенсивность взаимодействия для разных фононных ветвей немонотонно зависит от ширины квантовой ямы. Наиболее сильное электрон-фононное взаимодействие реализуется для интерфейсных оптических фононов при выполнении условия

$$\Delta < qa < 1, \quad (1)$$

где $\Delta = \left| \omega_{LO\perp}^2 - \omega_{LO\parallel}^2 \right| / \omega_{LO\perp}^2$ - параметр, характеризующий анизотропию фононного спектра барьеров, a - ширина квантовой ямы, а q - двумерный волновой вектор фонона. При выполнении условия (1) в квантовой яме возможно образование поляронов большого радиуса. Это же условие позволяет описывать электрон-фононное взаимодействие выражением фрелиховского типа с константой взаимодействия, которая зависит от массы носителей в квантовой яме и диэлектрических параметров барьеров [2].

Для локализованных и необыкновенных фононов при любых значениях параметров материалов электрон-фононное взаимодействие оказывается слабым, и его можно описывать по теории возмущений.

Отметим, что условие (1) позволяет, в принципе, реализовать ситуацию, при которой возрастает экситон-фононное взаимодействие. Если масса дырки m_h много больше массы электрона m_e , то в некотором интервале ширин квантовых ям условие (1) выполняется для дырочного полярона и не выполняется для электронного полярона, так как взаимодействие дырки с оптическими фононами оказывается сильным, а взаимодействие электрона - слабым. При этом экситон-фононное взаимодействие будет сильным, и возможно образование поляронного экситона. В оптических спектрах должны возникать серии интенсивных фононных повторений. Интенсивности линий при этом должны иметь немонотонную зависимость от ширины квантовой ямы. Это открывает дополнительные возможности для диагностики квантовых ям с одноосными барьерами оптическими методами.

[1] B.K. Ridley, *Hybrid phonons in nanostructures*, New York: Oxford University Press, Oxford (2017).

[2] A.Yu. Maslov, O. V. Proshina, in *Phonons in Low Dimensional Structures*, (Ed: V. N. Stavrou), IntechOpen Limited, London, UK, 3 (2018).