

Резонансные фотонные кристаллы

А. Н. Поддубный

СПбГПУ, С.-Петербург, Россия

Фотонными кристаллами принято называть среды, в которых диэлектрическая проницаемость периодически меняется в пространстве с периодом, допускающим брэгговскую дифракцию света. Периодические структуры, в которых диэлектрическая проницаемость одного из композиционных материалов как функция частоты ω имеет полюс на некоторой резонансной частоте, выделяют в особый класс *резонансных* фотонных кристаллов, в которых нормальными световыми волнами являются поляритоны.

В настоящей работе впервые развита теория экситон-поляритонной зонной структуры резонансных двумерных и трехмерных фотонных кристаллов при произвольном диэлектрическом контрасте, т.е. произвольном соотношении между фоновыми показателями преломления n_A и n_B , а также при произвольной эффективной массе триплетного $1s$ -экситона, который возбуждается в одном из композиционных материалов A или B . Расчет проводился для периодического массива

- (а) шариков из материала A , образующих гранецентрированную кубическую решетку,
- (б) параллельных цилиндров из материала A , образующих двумерную квадратную решетку и помещенных в диэлектрическую матрицу B .

В диэлектрической проницаемости объемного материала A учитывались как временная, так и пространственная дисперсия, т.е. зависимости от частоты ω и волнового вектора \mathbf{q} . Для двумерного фотонного кристалла рассмотрена геометрия распространения экситон-поляритонной волны перпендикулярно главной оси цилиндров.

При численном расчете использовался фотонный аналог метода Корринги–Кона–Ростокера [1], обобщенный с учетом экситонных эффектов. Установлено, что положение нижних ветвей поляритонной дисперсионной кривой монотонно зависит от трансляционной массы экситона и определяется взаимодействием света с первыми несколькими состояниями механического экситона, размерно-квантованного внутри каждого шарика или цилиндра. Для резонансного фотонного кристалла с диэлектрическим контрастом ($n_A \neq n_B$) проанализировано, как меняется запрещенная зона структуры в направлении $\Gamma - X$ зоны Бриллюэна при выборе резонансной частоты экситона посередине запрещенной зоны аналогичного фотонного кристалла, но в отсутствие экситона [2]. Для двумерных фотонных кристаллов рассчитаны спектры оп-

тического отражения. Показано, что при малом диэлектрическом контрасте применимо двухволновое приближение [3], которое позволяет с достаточной точностью аналитически воспроизвести результаты численного расчета как зонной структуры, так и спектров оптического отражения.

Литература

- [1] X. Wang, X.-G. Zhang, Q. Yu, B. N. Harmon. Phys. Rev. B **47**, 4161 (1993).
- [2] Е. Л. Ивченко, А. Н. Поддубный. ФТТ **48**, 540 (2006).
- [3] S. Satpathy, Ze Zhang, M. R. Salehpour. Phys. Rev. Lett. **64**, 1239 (1990).