

УДК 535.8

2.5D МЕТАПОВЕРХНОСТИ С ОБРАТИМЫМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ

Соломонов А. И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – с. н. с., д. ф.-м. н., Рыбин М. В.

(Университет ИТМО)

Введение. Метаповерхности, и их объемные аналоги метаматериалы, --- искусственные структуры, которые позволяют добиться уникальных эффектов за счет комбинирования резонансных свойств их "метаатомов" с резонансами решетки. Однако число степеней 2D структур по своей природе ограничивает возможности проектирования и создание метаповерхностей. Частичное расширение в третье измерение, так называемые 2.5D метаповерхности, позволяют дополнительные возможности для более тонкой настройки оптических свойств. Другой серьезной проблемой современных метаповерхностей является изменение их оптических откликов после изготовления. Одним из перспективных направлений динамического переключения является использование материалов с фазовой памятью, которые имеют две метастабильные фазы (аморфную и кристаллическую) с обратимым переходом, сосуществующие при нормальных условиях. В данной работе объединен подход обратимого переключения с дополнительной степенью свободы: предложена структура из двух одинаковых двумерных подрешеток наночастиц Ge-Sb-Te [1]. Расстояние между слоями регулируется, и, таким образом, метаповерхность имеет степени свободы в трех пространственных направлениях.

Основная часть. Для одиночного элемента проведен расчёт рассеяния, который показал наличие магнитного и электрических дипольных мод в аморфной фазе и отсутствие резонансного рассеяния в кристаллической фазе. Для оценки влияния расположения метаатомов в решетке рассматривался анализ дифракционной картины в приближении Борна [2] в зависимости от расстояния между решетками. Положения дифракционных максимумов определяются каждой решеткой, а общая картина является результатом интерференции рассеяния волны на двух слоях. После интеграции рассеяния в 4π , наблюдается колебательный характер с ростом межплоскостного расстояния, а частота максимума интегрального рассеяния смещается в сторону более коротких длин волн. Далее, для подтверждения вкладов рассеяния единичной частицы и рассеяния, связанного с решеткой, проведено полноволновое моделирование 2.5D метаповерхности и измерен оптический отклик в геометрии темного поля.

Выводы. Таким образом, теоретически предсказана возможность включения/выключения локального резонанса, связанного с магнитным и электрическим диполем, за счет изменения фазы метаатомов, а также управления спектральным положением решеточных резонансов за счет изменения межрешеточного расстояния. Нами были проведены экспериментальные измерения, подтверждающие теоретические результаты.

Список использованных источников:

1. Wuttig M., Yamada N. Phase-change materials for rewriteable data storage //Nature materials. – 2007. – Т. 6. – №. 11. – С. 824-832.
2. Rybin M. V. et al. Dimensionality effects on the optical diffraction from opal-based photonic structures //Physical Review B. – 2013. – Т. 87. – №. 12. – С. 125131.