

УДК 535.5, 535.016

## ШИРОКОПОЛОСНОЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ ВЫРОЖДЕНИЕ ТЕ И ТМ МОД ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МЕТАПОВЕРХНОСТИ В МИКРОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Асадулина С.М. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – канд. физ.-мат. н., Ермаков О.Е.

(Университет ИТМО)

В работе предложен дизайн и исследованы свойства (дисперсия, изочастотные контуры, распределение полей собственных мод) метаповерхности, представляющей собой периодический массив керамических цилиндров с высоким показателем преломления, с целью достижения поляризационного вырождения ТЕ и ТМ волноводных мод в широком спектральном диапазоне. Полученные результаты не только открывают поляризационную степень свободы локализованного света, но и предоставляют принципиально новые возможности для создания устройств плоской оптики.

**Введение.** В любой изотропной среде ТЕ и ТМ моды вырождены для всех частот и направлений распространения, что позволяет эффективно управлять поляризацией света. Однако, в случае сильно локализованных состояний (например, волноводные и поверхностные волны) поляризационная степень свободы отсутствует, поскольку ТЕ и ТМ моды, в общем случае, не вырождены. Данный факт существенно ограничивает функциональные возможности устройств плоской оптики. В частности, отсутствие широкополосного вырождения собственных локализованных мод не позволяет создать поляризатор волноводных и поверхностных волн.

В этой работе проведена численная оптимизация параметров метаповерхности в микроволновом диапазоне и достигнуто вырождение поверхностных ТЕ и ТМ поляризованных мод в диапазоне частот от 4 до 7.7 ГГц во всех направлениях распространения.

**Основная часть.** В данной работе рассмотрена метаповерхность, представляющая собой периодическую квадратную решетку 25x25 цилиндров из керамического материала с диэлектрической проницаемостью около 40 и фиксированным диаметром 5.2 мм. Путем численной оптимизации были подобраны оптимальные параметры высоты и периода структуры, 4.85 и 10 мм соответственно, для достижения широкополосного поляризационного вырождения. Основная идея заключается в перекрытии электрического и магнитного откликов структуры в ближнем поле.

Для окруженных воздухом цилиндров, были рассчитаны дисперсионные зависимости волноводных мод в диапазоне частот до 8 ГГц в CST Microwave Studio с использованием пакета Eigenmode Solver. Разность между значениями волновых векторов ТЕ и ТМ мод не превышает  $0.005 \pi/a$  в диапазоне частот от 4 до 7.7 ГГц. Построены изочастотные контуры, показывающие устойчивость поляризационного вырождения в различных направлениях распространения волны. Кроме того, одинаковая дисперсионная зависимость ТЕ и ТМ поляризованных волноводных мод подтверждается распределениями полей, возбуждаемыми магнитным (петля с током) и электрическим (коаксиальный кабель) источниками дипольного типа соответственно. На основе предложенной метаповерхности численно продемонстрирована концепция волноводного поляризатора, который преобразует поляризацию распространяющейся волноводной моды на одной частоте.

**Выводы.** Подобран оптимальный дизайн диэлектрической метаповерхности для достижения широкополосного поляризационного вырождения волноводных мод в диапазоне частот от 4 до 7.7 ГГц. Наиболее оптимальные условия вырождения наблюдались при значениях периода 10мм и высоты 4.85мм. В дальнейшем планируется исследование треугольной решетки цилиндров и экспериментальная проверка полученных результатов. В частности, планируется

создать прототип планарного волноводного поляризатора. Данная концепция может быть перенесена в оптический и инфракрасный диапазоны с использованием других материалов.