

СЕНСОР НА МЕТАПОВЕРХНОСТИ, ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ СВЯЗАННЫЕ
СОСТОЯНИЯ В КОНТИНУУМЕ

Кутузова А. А. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Рыбин
Михаил Валерьевич (ИТМО)

Введение. В последние десятилетия связанные состояния в континууме (ССК) [1] привлекли значительный интерес к диэлектрической фотонике как альтернативному способу достижения очень высокой добротности излучения (Q). ССК в технологически реализуемых системах проявляются как резонансы с конечной, в то же время довольно высокой добротностью – квази ССК. ССК открывают перспективы в решении задач об эффективном удержании электромагнитных волн, взаимодействии света с веществом в лазерах и сенсорах.

Основная часть. Целью работы является исследование сенсора показателя преломления системы с управляемой чувствительностью на основе метаповерхности, поддерживающей связанные состояния в континууме (ССК). Сенсоры, на основе полностью диэлектрических метаповерхностей ограничивают их применение по сравнению с металлическими аналогами. Мы предлагаем улучшить уже существующие аналоги сенсоров на ССК и представляем сенсор для сверхчувствительного восприятия и исследования молекул в терагерцовом диапазоне. Мы исследуем метаповерхность, подобную недавно описанной системе [2], состоящую из кремниевых цилиндров с отверстиями, заполненными чувствительным материалом, который является аналитом VO_2 , восприимчивым к изменениям системы, таким как: температура и показатель преломления. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon(\text{VO}_2)$ зависит от температуры окружающей среды. Изменение диэлектрической проницаемости аналита приводит к нарушению симметрии метаповерхности и как следствие изменению добротности. Изучаемая метаповерхность поддерживает две собственные суперрезонансные моды: дипольную моду, распределение магнитного поля которой имеет форму дипольного резонанса M_1 , и квадрупольную моду. Мы рассматриваем два процесса оценки температуры - нагрев и охлаждение метаповерхности и наблюдаем разные значения показателя степени добротности для дипольной и квадрупольной моды.

Выводы. Мы обеспечиваем закон зависимости добротности от изменения диэлектрической проницаемости $Q \sim \alpha^{-x}$, где значение x меньше 2, что дает нам возможность контролировать добротность предлагаемого сенсора. Полученный закон позволяет повысить чувствительность датчика, используя простую модель метаповерхности.

Список использованных источников:

1. Hsu et al. Bound states in the continuum. Nature Review Materials 2016
2. Kutuzova A. A., Rybin M. V. Quality factor scaling of resonances related to bound states in the continuum. Physical Review B. – 2023