

Хиральный свет в Фабри-Перо резонаторе

С.А. Дьяков¹, Н.С. Салахова^{1,*}, А.В. Игнатов¹, И.М. Фрадкин^{1,2}, Н.А. Гиппиус¹

¹Сколковский институт науки и технологий

²Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

*E-mail: Natalia.Salakhova@skoltech.ru

DOI:10.31868/RFL.2024.147-148

Хиральность — это свойство объекта, при котором он не может быть сопоставлен со своим зеркальным отражением. Свойства объектов с разной хиральностью, так же называемые энантиомерами, могут существенно отличаться. Поэтому исследования взаимодействия света с хиральным веществом чрезвычайно важны для создания методик детектирования и сортировки хиральных объектов. Одним из подходов является создание резонаторов, поддерживающих моды с хиральным электромагнитным полем [1].

В данной работе мы теоретически исследовали резонаторы Фабри-Перо, поддерживающие стоячие волны с высокой плотностью хиральности [2]. Зеркала таких резонаторов представляют собой одномерные фотонно-кристаллические пластины, сделанные из анизотропного Ван-дер-Вальсового материала As_2S_3 [3].

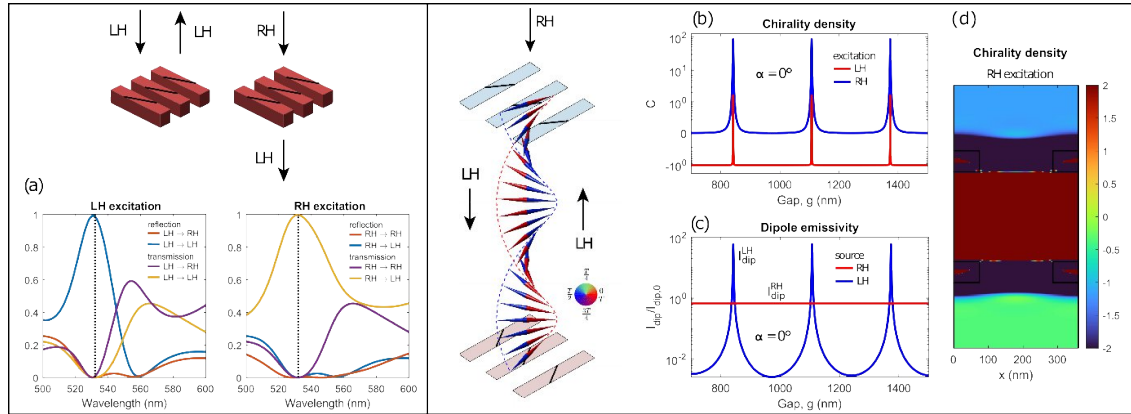


Рис. 1. (a) Коэффициенты отражения и прохождения хирального фотонно-кристаллического зеркала для света с левой и правой поляризацией. Плотность хиральности (b) и нормированная интенсивность излучение хирального диполя (c) в зависимости от расстояния между зеркалами резонатора. (d) Распределение плотности хиральности электромагнитного поля внутри резонатора в x-z сечении.

Мы продемонстрировали, что одномерная фотонно-кристаллическая пластина может сохранять циркулярную поляризацию света при отражении в отличие от обычных металлических или диэлектрических Брэгговских зеркал [4]. Причем отклонение оси анизотропии материала от направления периодичности кристалла на угол отличный от 0 или 90 градусов (смотри рис.1) понижает симметрию системы и позволяет создать зеркала, сохраняющие только одну правую или левую поляризацию.

Резонатор Фабри-Перо, состоящий из правых (левых) зеркал, обладает конституционной хиральностью. В резонаторе устанавливается стоячая волна из двух волн одной и той же поляризации, распространяющихся вверх и вниз. Итоговое поле имеет линейную поляризацию в каждой точке внутри резонатора, однако направление поляризации вращается по правому или левому винту в зависимости от выбранной геометрии. На рис.1 показан случай волны с левой поляризацией.

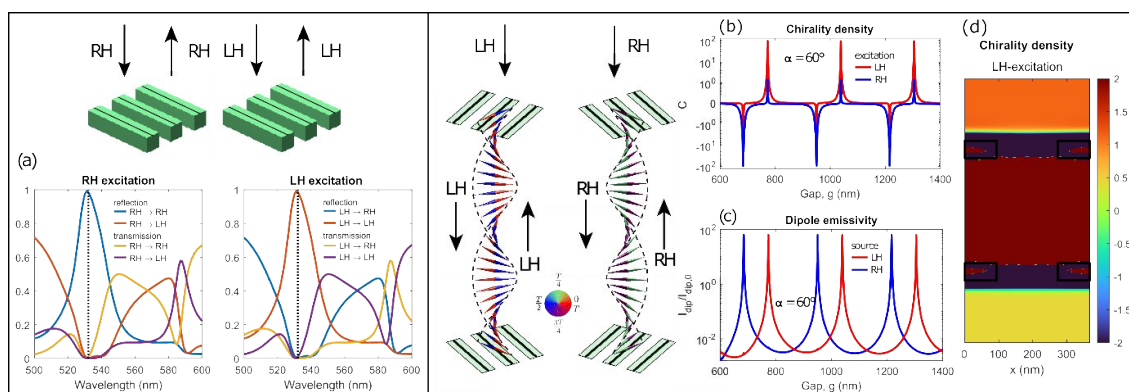


Рис. 2. (a) Коэффициенты отражения и прохождения фотонно-кристаллического зеркала для света с левой и правой поляризацией. Плотность хиральности (b) и нормированная интенсивность излучение хирального диполя (c) в зависимости от расстояния между зеркалами резонатора. (d) Распределение плотности хиральности электромагнитного поля внутри резонатора в x-z сечении.

Понизить симметрию системы так же можно используя поворот двух зеркал относительно друг друга в плоскости. Рассмотрим зеркала без анизотропии или анизотропией вдоль полос кристалла, которые одинаково отражают правую и левую циркулярные поляризации (смотри рис. 2 (a)) и повернуты на некоторый угол относительно друг друга. Такая геометрия обладает конфигурационной хиральностью. Для такого резонатора при отличии угла поворота от 0, 90 градусов резонансные условия для правой и левой поляризаций отличаются, что хорошо видно на рис.2 (b, c), однако в противном случае волны правой и левой поляризаций скомпенсируют друг друга.

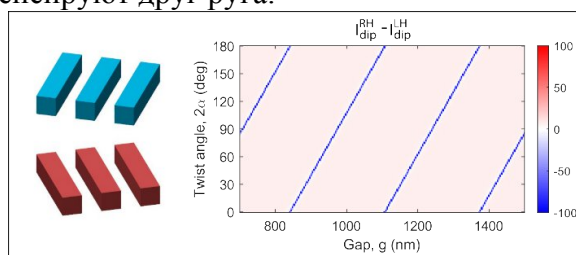


Рис. 3. (a) Плотность хиральности в зависимости от расстояния между зеркалами резонатора и относительным углом поворота.

Так же можно сделать резонатор, сочетающий в себе оба типа хиральности и конституционную и конфигурационную. Практическая привлекательность такой конфигурации заключается в том, что для любого экспериментально достижимого расстояния между зеркалами мы можем получить поле с высокой плотностью хиральности, настроившись на резонансное условие изменением угла относительного поворота, или наоборот.

Литература

- [1] J. Feis, D. Beutel, J. Köpfler et al, *Physical Review Letters*, т. 124, p. 033201, January (2020).
- [2] S. A. Dyakov, N. Salakhova, A. V. Ignatov, et al, *Advanced Optical Materials* 12.12 2302502. (2024)
- [3] A. S. Slavich, G. A. Ermolaev, M. K. Tatmyshevskiy et al, *Light Sci Appl* **13**, 68 (2024)
- [4] V. A. Fedotov, A. V. Rogacheva, N. I. Zheludev et al, *Applied Physics Letters*, т. 88, February (2006).