

ОПТИЧЕСКОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ФАКТОРА ПАРСЕЛЛА С ПОМОЩЬЮ МАТЕРИАЛОВ С ФАЗОВОЙ ПАМЯТЬЮ

Литвинов Д.А. (Университет ИТМО), Рыбин М.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Синельник А.Д. (Университет ИТМО)

Введение. Одной из главных проблем современной активной фотоники является необходимость контроля над свойствами света, такими как интенсивность, направление распространения и поляризация. Метаповерхности Гюйгенса [1] предоставили первое решение этой проблемы, но не позволяют осуществлять активный контроль над светом, такой как включение и выключение резонанса. Вместо этого, особые материалы могут быть использованы для изменения своих оптических и электрических свойств при воздействии внешних факторов. Один из возможных вариантов - использование материалов с фазовой памятью [2] (МФП), которые обладают энергонезависимым фазовым переходом между аморфной и кристаллической структурами. Основным преимуществом таких материалов является возможность обратимого переключения между фазами, что позволяет изменять их оптические свойства и, соответственно, свойства структуры. Особенный интерес вызывает возможность управления характеристиками излучения таких материалов, как перовскиты [3]. Ширина запрещенной зоны перовскита меняется в зависимости от аниона (Cl, Br и I), что позволяет перестраивать излучение устройства на основе этих материалов во всём видимом спектре. Изучение систем «МФП-перовскит» является крайне актуальной задачей, поскольку это позволит получить новые фундаментальные знания в области активной и перестраиваемой фотоники с возможным прикладным применением.

Основная часть. Система, исследуемая в данной работе, представляет собой слоистую структуру, состоящую из стеклянной подложки, МФП, перовскита и воздуха. В качестве МФП были использованы GST и SbSe. Перовскит излучает сферические волны в обе полусферы, затем эти волны отражаются от интерфейсов «перовскит-воздух», «перовскит-МФП» и «МФП-стекло», считая, что слои воздуха и стекла полубесконечные. Решение такой комплексной задачи можно разбить на несколько этапов:

- 1) Применяя метод углового спектра, задача сводится к плоским волнам с проекцией тангенциального волнового вектора на интерфейс. Затем, чтобы учесть все отражения на границах слоёв, удобно использовать метод матриц переноса.
- 2) Зная коэффициенты отражения на границах, мы интегрируем плоские волны по всем тангенциальным волновым векторам, чтобы получить диадную функцию Грина для всей слоистой структуры.
- 3) Затем необходимо получить локальную плотность фотонных состояний, как мнимую часть следа диадной функции Грина.
- 4) Известно, что диэлектрическая среда влияет на скорость излучательной рекомбинации эмиссионных центров. Это явление было описано Э.М. Парселлом, как фактор равный отношению излучения в среде к излучению в свободном пространстве. Фактор Парселла для исследуемой системы есть ни что иное, как отношение локальной плотности фотонных состояний в системе с МФП к системе без МФП. Следовательно, мы можем построить карты зависимости фактора Парселла для разных толщин МФП и перовскита.

Выводы. Проведен аналитический расчёт фактора Парселла в системе «МФП-перовскит» и получены зависимости интенсивности фотолюминесценции перовскита для разных фаз МФП.

Список использованных источников:

- [1] Chen, Michael & Kim, Min Seok & Wong, Alex & Eleftheriades, G.V. Huygens' metasurfaces from microwaves to optics: A review // *Nanophotonics*. – 2018. - 7.
- [2] Wuttig, M., Yamada, N. Phase-change materials for rewriteable data storage // *Nature Mater.* – 2007. – 6. - 824–832.
- [3] Makarov, S., Furasova, A., Tiguntseva, E., Hemmetter, A., Berestennikov, A., Pushkarev, A., Zakhidov, A., Kivshar, Y. Halide-Perovskite Resonant Nanophotonics // *Advanced Optical Materials*. – 2019. – 7. - 1800784.