

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

П.В. Мокшин

«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Ключевые слова: фотонно-кристаллический элемент, FDTD-метод, итерационный подход.

Фотонно-кристаллические структуры применяются для создания волноводов, логических элементов и других устройств фотоники [1]. При исследовании таких структур важной задачей становится формирования определенного распределения поля в заданной области фотонного кристалла.

В настоящей работе предложен новый подход на основе FDTD-метода [2] к синтезу металл-диэлектрических фотонно-кристаллических структур. Обратим внимание на соответствие результатов вычислительного эксперимента по распространению импульса через фотонно-кристаллическую структуру (без учета дисперсии материала) и серии экспериментов по распространению одной и той же монохроматической волны через набор фотонно-кристаллических структур, различающихся геометрическими параметрами. При этом очевидна связь между указанными параметрами (например, периодом фотонно-кристаллической структуры) и определенной частотой в ранее упомянутом импульсе. При отсутствии дисперсии материала достаточно одного эксперимента для расчета оптимальной геометрии с заданным масштабным коэффициентом. При существовании оптимальной фотонно-кристаллической структуры для выбранной монохроматической волны задачу синтеза оптического элемента с искомыми свойствами можно считать решенной.

В противном случае (при учете дисперсии) предлагается итерационное представление искомого подхода к расчету фотонно-кристаллических элементов, лишенное упомянутого запрета на учет дисперсии. Пусть вычислительный эксперимент на каждой итерации сопровождается моделированием частотной дисперсии материала, что может привести к нахождению параметров фотонного кристалла, не вполне удовлетворяющего выбранному критерию оптимизации. Наилучшей признается структура для некоторой частоты, не обязательно совпадающей с центральной. Однако, найденная структура каждый раз пересчитывается под центральную частоту с учетом ранее введенного масштабного коэффициента. Моделирование повторяется до достижения критерия

оптимальности фотонно-кристаллической структуры для центральной частоты.

Важной характеристикой подхода является условие сходимости предложенного итерационного процесса. Считая преждевременным его точное представление, чему будут предшествовать дополнительные исследования, автор ограничивается соображениями общего характера. Очевидно, сходимость связана с видом функции диэлектрической проницаемости, в общем случае комплексной, выбранного материала. Монотонность функции на используемой полосе частот является достаточным условием сходимости обсуждаемого итерационного процесса. Наличие резонансных областей в данной полосе наоборот, может обусловить его расходимость.

Список использованных источников

1. N. Kumar, B. Suthar., *Advances in Photonic Crystals and Devices/* London: CRC Press, 2020. С. 358.

2. Hossain, M.S. Design of a chemical sensing circular photonic crystal fiber with high relative sensitivity and low confinement loss for terahertz (THz) regime/ M.S. Hossain, S. Shuvo, M.M. Hossain// *Optik - Int. J. Light Electron Optics.* – 2020. – Vol. 222. – С. 165359.

Мокшин Павел Валериевич, аспирант кафедры наноинженерии. E-mail: mokshinfabio@gmail.com.

УДК 620.9

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Н.А. Полуэктова, А.М. Голштейн

«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

В настоящее время большой научный интерес представляют перовскитные солнечные элементы.

Перовскит представляет собой минерал CaTiO_3 , атомы титана расположены в узлах слабо искаженной кубической решетки. В центрах располагаются атомы кальция. Атомы кислорода образуют вокруг атомов титана правильные октаэдры [1]. Сейчас «перовскитом», принято называть тип кристаллической решетки AmBnCk , которая характерна для упомянутого выше минерала – титаната кальция (перовскита). В солнечной энергетике наиболее эффективно применение перовскитного материала имеющего общую формулу $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ (где X – Cl-, Br- или I-).

Материалы, относящиеся к перовскитам, обладают широким диапазоном поглощения света – от ближнего инфракрасного до всего видимого спектра и высоким коэффициентом поглощения падающего