

УДК 535.015

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛИНЗЫ В БОРНОВСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Устименко Н.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст. науч. сотр. Барышникова К.В.

(Университет ИТМО)

В данной работе метод связанных мультиполей совместно с нулевым борновским приближением используется для исследования и моделирования фокусирующих свойств резонансных структур кремниевых наносфер. В результате оптимизации в борновском приближении получены резонансные структуры кремниевых наносфер для фокусировки света на требуемое расстояние (металинзы).

Введение. Металинза – планарная многочастичная структура субволновых оптических элементов (метаатомов), коллективно фокусирующая свет. Традиционно для разработки металинзы используются либо методы прямого дизайна, когда параметры структуры задаются вручную, а её оптический отклик потом проверяется в пакете численного моделирования, либо готовые библиотеки метаатомов. Многие исследователи отмечают, что для разработки металинз с продвинутым функционалом необходимы оптимизационные методы, при этом скорость оптимизации будет напрямую зависеть от выбранной физической модели. Данная работа посвящена анализу применимости физического подхода, основанного на нулевом борновском приближении, для описания оптического отклика диэлектрической металинзы и её оптимизации.

Основная часть. Мы разрабатываем металинзы на основе колец кремниевых наносфер. Для описания оптического отклика сферической наночастицы используется мультипольное приближение, когда частица заменяется на набор конечного числа мультиполей. Взаимодействие между мультиполями разных частиц может быть описано в рамках модели связанных мультиполей. Конструктивная интерференция между падающей волной и излучением мультиполей приводит к фокусировке света, которой можно управлять, оптимизируя положение частиц в пространстве. Расчёт электромагнитных величин в процессе оптимизации осуществляется при помощи нулевого борновского приближения, в котором пренебрегают взаимодействием между частицами. Также обсуждаются критерии применимости данного приближения для дипольных и квадрупольных резонансов сферической частицы.

Выводы. Найдены границы применимости нулевого борновского приближения для описания оптических и фокусирующих свойств резонансных структур диэлектрических наносфер. При помощи оптимизации в нулевом приближении получены структуры эффективных и тонких металинз с заданным фокусным расстоянием на длинах волн мультипольных резонансов одиночной сферы. Разработанные металинзы могут быть сфабрикованы методом лазерной печати и использованы для фокусировки света на наномасштабе, либо для компактизации оптических устройств.