

УДК 535.015

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИКИ ПРИ ПОМОЩИ ГИБРИДНЫХ ПЛАЗМОН-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАНОАНТЕНН

Пидгайко Д. А. (университет ИТМО),
Научный руководитель – к. ф.-м. н. Богданов А. А.
(университет ИТМО)

В настоящей работе экспериментально исследуется генерация второй оптической гармоники в гибридных наночастицах GaP/Au. Показано, что изготовленные наноантенны поддерживают серию оптических резонансов в видимом диапазоне. Спектры генерации второй гармоники наноантенн содержат ярко выраженные резонансы и согласуются с линейным рассеянием.

Введение. На сегодняшний день наноразмерные диэлектрические и плазмонные системы с нелинейным откликом представляют большой интерес для исследователей. Фундаментальной проблемой наноразмерных систем является низкая эффективность нелинейно-оптической генерации. Причина этого заключается в том, что основной механизм повышения эффективности генерации нелинейного сигнала за счет фазового синхронизма неприменим на масштабах меньше длины волны.

Одним из основных источников генерации оптических гармоник в наномасштабе являются плазмонные системы на основе периодических массивов частиц или одиночных наноструктур, в которых плазмонные структуры имеют резонанс как на основной, так и на удвоенной частоте. Тем не менее, эффективность генерации таких систем крайне низка и не превышает значения 10^{-8} - 10^{-9} . Для этих целей также используются диэлектрические структуры, в которых генерация второй гармоники (ГВГ) усиливается за счет резонансов Ми.

Новым подходом для достижения эффективной генерации второй гармоники на наномасштабе является использование гибридных систем, состоящих из нелинейной диэлектрической и плазмонной частицы. Увеличение интенсивности второй гармоники в таких структурах достигается за счет комбинирования локального усиления поля в плазмонной частице на частоте накачки и усиления второй гармоники за счет оптических резонансов диэлектрической наноантенны.

Основная часть. Основной целью работы является достижение эффективной генерации второй оптической гармоники в GaP нанополостях, покрытых тонким слоем золота. На первом этапе проекта моделировались линейные спектры рассеяния для исследования влияния плазмонной составляющей на резонансные свойства полупроводниковой компоненты, а также для подбора параметров антенн с целью согласования плазмонного резонанса на частоте накачки с резонансами полупроводниковой части на удвоенной частоте. Моделирование проводилось в пакете физического моделирования COMSOL Multiphysics.

Гибридные наноантенны с оптимальными параметрами, найденными на предыдущем шаге были изготовлены методом молекулярно-пучковой эпитаксии с последующей электронной лучевой литографией. Оптические свойства изготовленных наночастиц исследовались при помощи метода темнопольной спектроскопии. Экспериментальные спектры рассеяния в видимой части спектра демонстрируют хорошее совпадение с численным результатом, что воспроизводится большинства частиц исследуемой серии. На следующем этапе измерялись спектры второй гармоники гибридных наноантенн. Частицы освещались

фемтосекундным линейно поляризованным лазерным излучением с перестраиваемой линией в диапазоне 1020-1700 нм. Спектры второй гармоники исследуемых частиц имеют два пика, воспроизводимых для серии изготовленных частиц. Происхождение первого резонанса связано с усилением второй гармоники на частоте генерации за счет резонанса Ми нанопластины. Второй резонанс связан с плазмонным откликом на частоте накачки.

Выводы. Таким образом, проведен полный цикл разработки, изготовления и оптического исследования гибридных плазмон – диэлектрических нанопластин в линейном и нелинейном режимах. Комбинирование плазмонного резонанса металлической компоненты, резонансов Ми и нелинейности второго порядка диэлектрической привели к созданию эффективных наноразмерных генераторов второй гармоники.

Пидгайко Д. А. (автор)

Подпись

Богданов А. А. (научный руководитель)

Подпись