

УДК 537.86

ИССЛЕДОВАНИЕ НУЛЬ-МЕРНЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ В ОДНОМЕРНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Курганов Г.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат ф.-м. наук, м.н.с. Жирихин Д.В.
(Университет ИТМО)

В данной работе показан способ управления краевыми (нуль-мерными) топологическими состояниями в одномерной системе субволновых керамических диэлектрических цилиндров путем бесконтактного нагрева. Предлагаемый способ продемонстрирован при помощи численного моделирования и ближнепольного сканирования.

Введение. Исследование топологических явлений находится на острие современной физики, о чем свидетельствует полученная Майклом Костерлицем, Дэвидом Таулессом и Данканом Холдейном в 2016 году Нобелевская премия за «теоретические открытия топологических фазовых переходов и топологических фаз материи». Будучи изначально открытыми в физике конденсированного состояния, позже схожие явления были обнаружены в других областях физики, включая фотонику (электромагнетизм). Одним из примеров топологических явлений в фотонике являются топологические изоляторы – изолирующие материалы, способные поддерживать особые состояния, отличающиеся поверхностной проводимостью (краевые состояния). Большинство описанных на данный момент фотонных топологических систем поддерживают состояния с постоянной энергией, что затрудняет их практическое применение. В данной работе показан способ управления топологическим краевым состоянием при помощи нагрева.

Основная часть. В данной работе исследуется одномерная топологическая система типа зигзаг, которая представляет собой цепочку из керамических диэлектрических цилиндров. Система из нечетного числа характеризуется возникновением топологических краевых состояний при возбуждении ее плоской волной, поляризованной под углом 45° к оси системы (в зависимости от направления отсчета угла меняется локализация состояния). В системе из четного числа элементов краевые состояния не возникают, однако нагрев крайнего цилиндра в такой системе приводит к уменьшению его диэлектрической проницаемости, что в свою очередь увеличивает частоту его собственного резонанса. Такая отстройка резонатора приводит к его «выключению» из топологической системы, что обеспечивает возникновение краевых топологических состояний. Для демонстрации работы системы выполняется численное моделирование (CST Microwave Studio) и ближнепольный эксперимент для трех конфигураций системы: зигзаг из семи цилиндров, зигзаг из восьми цилиндров и зигзаг из восьми цилиндров с нагревом крайнего цилиндра при помощи лазера.

Выводы. В данной работе представлен способ управления топологической системой при помощи нагрева ее элементов. Имеется потенциал для продолжения исследований в топологических системах большей размерности. Полученные результаты значимы с точки зрения фундаментальной науки, открывают новые возможности для исследований в области перестраиваемых электромагнитных топологических систем. Подобные явления находят применение в широком спектре задач от управляемых световодных устройств до приспособлений для захвата светового излучения.

Курганов Г.Д. (автор)

Подпись

Жирихин Д.В. (научный руководитель)

Подпись

