

誘電体粒子鎖における光スピソータイング

Optical Spin Sorting in Chains of Dielectric Particles

神戸大院工¹, 東工大物質理工² ◯ 難本 樹生¹, 三宮 工², 藤井 稔¹Kobe Univ.¹, Tokyo Tech.², ◯ Tatsuki Hinamoto¹, Takumi Sannomiya², Minoru Fujii¹

E-mail: tatsuki.hinamoto@gmail.com

近年, 量子スピン・ホール効果のアナロジーにより, 光スピン (円偏光) の回転方向に応じて, 一方向に光を導波するフォトニック結晶導波路が注目を集めている. これはトポロジカルな対称性が異なる結晶の界面に生じるエッジモードを用いており, 構造欠陥や揺らぎによる反射波が伝搬できないため, ロバストな導波路である. しかしながら, フォトニックバンドを形成するためには, 数百から数千 nm の大きさを持つ単位格子を少なくとも 10 周期以上配列することが必要であり, 原理上素子サイズは動作波長の数十倍となる. 一方, サブ波長サイズの誘電体粒子を一次元に配列した粒子鎖構造では, 各粒子に誘起される Mie 共鳴が結合し, 比較的低損失のサブ波長導波路となることが報告されている. そこで本研究では, 誘電体粒子鎖に非対称性を導入することで, サブ波長の断面サイズを持つ光スピソータイング導波路を提案する.

図 1 は提案するコンセプトの模式図である. 導波路は大小異なるサイズの誘電体粒子のジグザグ配列で構成され, 励起双極子源の回転方向に応じて, 一方向に光をソータイングする. FDTD シミュレーションによる原理検証の結果を図 2 に示す. 誘電体材料はシリコンを仮定し, 時計回りに回転する双極子源を粒子配列の中心に配置した. まず, 対称な直鎖構造の計算結果を図 2a に示す. 対象構造であるため, 光のソータイングは見られず, 左右対称に光が導波している. 一方, 非対称性を導入した図 2b の場合は, 左右で光の伝搬に差が生じている. 図 2c は異なる偏光方向の双極子源を配置した際の電場分布を示しており, 光がそれぞれ右・左方向のみに伝搬していることが確認できる. 講演ではこれら光スピソータイングの波長やサイズに対する依存性, その起源について議論する.

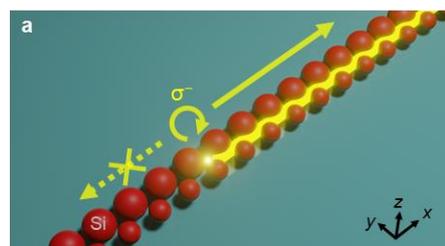


Figure 1. Conceptual illustration.

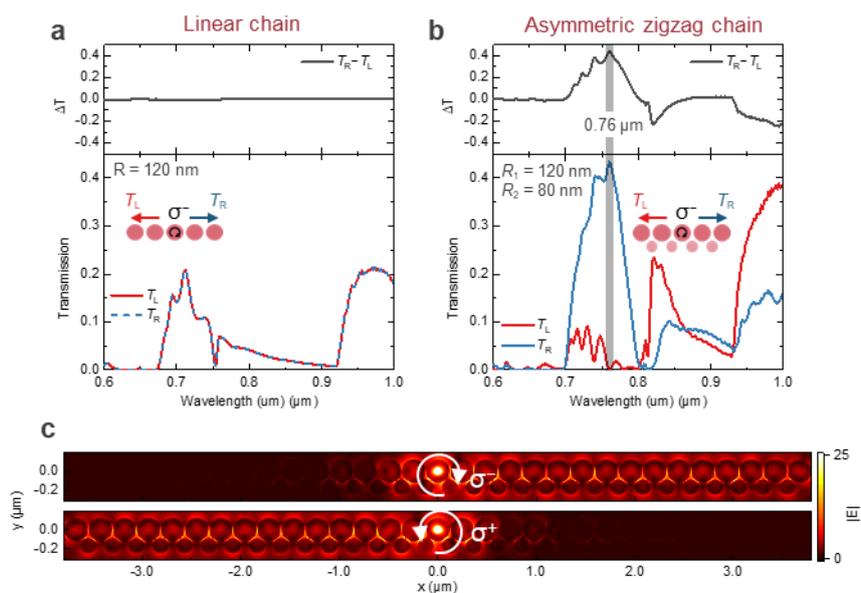


Figure 2. Simulation results of light transmission for (a) a linear chain and (b) asymmetric chain. The transmitted power is measured at the right and left edges and plotted on the bottom panels. The top panel shows the difference of right and left transmissions. (c) Electric field distributions of an asymmetric chain for dipoles with different orientations.