

同軸型金属ナノホール列における偏光渦のトポロジー変化 Topological change of polarization vortices in a coaxial metallic nanohole array

広大院先進理工 ○ 西田 宗弘, 川端 浩平, 浴野 颯馬, 松浦 稜介

Grad. School of Adv. Sci. Eng, Hiroshima Univ.

○Munehiro Nishida, Kouhei Kawabata, Souma Ekino, Ryoussuke Matsuura

E-mail: mnishida@hiroshima-u.ac.jp

フォトリック結晶スラブやプラズモニック結晶などのオープンなフォトリック構造では、散乱状態が作る連続準位中にありながら遠方場と結合しない連続準位中束縛状態 (BIC) や複数の共鳴状態が合体して一つの状態になる例外点など、非エルミート系に特有の特異な状態が現れる。これらの状態は波数空間における偏光特異点となっており、その周りにある共鳴状態からの放射の偏光が渦を巻くというトポロジカルな性質をもつことが示されている [1]。

一方、一種のプラズモニック結晶である金属グレーティング系では、金属膜厚を変えることにより共鳴状態のバンド構造を大きく変化させることが可能であり、BICがバンド間を移動し得ることが示されている [2]。グレーティングを構成するスリット中の導波モードには、自由空間中の平面波と同じ分散関係を持ちカットオフのない TEM モードが存在し、それが生む Fabry-Perot 共鳴がグレーティングの光学特性を大きく変え、共鳴バンド構造の変化を引き起こしている。

本研究の目的は、共鳴バンド構造の変化に伴う偏光渦のトポロジー変化がどのように起こるのかを明らかにすることである。本研究では、リング状の穴を金属膜に周期的に配置した同軸型金属ナノホール列と金属基板によって挟まれたスラブ誘電体導波路 (図 1) に注目する。同軸型金属ナノホールには、TEM モードと TEM モードに匹敵する伝搬定数を持つ TE 的な導波モードが存在する。これらが作る Fabry-Perot 共鳴を利用することにより、金属膜の光学特性を大きく変化させられると期待できる。

空間的結合モード法 [2] を用いた計算結果より、BIC、例外点の対、対称性由来の縮退点に伴う偏光渦が確認され、その構造が金属膜厚によって大きく変化する様子が確認された。先行研究と同様に、BIC、縮退点の周りの偏光渦の巻数は整数に、例外点対の周りの偏光渦の巻数は基本的に $\pm 1/2$ になっていたが、巻数 0 の例外点対が生成可能であり、他の例外点対との間での組み換えによって通常の巻数 $\pm 1/2$ の偏光渦が生成されること、及び、それらと BIC 由来の偏光渦が衝突することによって BIC 周りの偏光渦の巻数が変化することが新たに示された (図 2)。

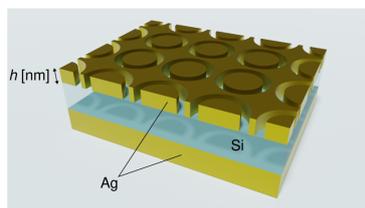


図1 同軸型金属ナノホール列/誘電体/金属

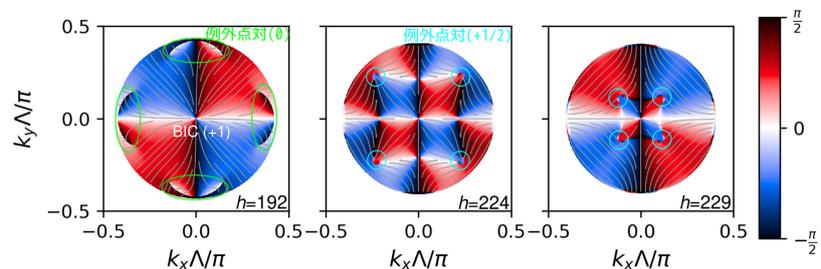


図2 偏光渦

[1]B. Zhen, C. W. Hsu, L. Lu, A. D. Stone, and M. Soljačić, Phys. Rev. Lett. **113**, 257401 (2014).

[2]R. Kikkawa, M. Nishida, and Y. Kadoya, New J. Phys. **22**, 073029 (2020).