トポロジカルエッジ伝送路を用いた Si 系光渦分波器

Si-based orbital angular momentum demux using topological edge state waveguide 雨宮 智宏^{1,2}, 各務 響², 齋藤 孝一², 田中 真琴², 岡田 祥², 西山 伸彦^{1,2}, 胡 暁³ ^oT. Amemiya^{1,2}, H. Kagami¹, K. Saito¹, M. Tanaka¹, S. Okada¹, N. Nishiyama^{1,2}, and X. Hu³ 東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所¹ 工学院 電気電子系² 物質材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点³

¹ Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology ² Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology ³ WPI-MANA, National Institute for Materials Science E-mail: <u>amemiya.t.ab@m.titech.ac.jp</u>

1. はじめに

光渦を利用した多重化伝送は、波面のらせん周期 に情報を乗せることから、理論上無限チャネル多重 化が可能であることから、近年研究が盛んに行われ ている[1,2]。本研究では、トポロジカルフォトニク ス[3]をベースとしたパッシブな光渦分波器の提 案・解析を行ったので、その詳細を述べる。

2. 素子概要

提案する光渦分波器を Fig. 1(a)に示す。素子は 「トポロジカルエッジ伝送路からなる光渦分波領域」 と「Si 細線導波路からなる出力ポートへの出射回路」 で構成される。素子中央に光渦多重化された信号を 励振することで、トポロジカルエッジ伝送路によっ て、光渦多重化された信号が自動的に分波され、そ れぞれの信号がSi 細線導波路をとおって出力ポート へ出射される。

光渦分波領域は、Fig. 1(b)に示すような C₆対称性 を有するナノホールを蜂の巣格子状(周期800 nm) に配置した構造となっている(構造パラメータは r と1)。このとき、Fig. 1(a)の A-D 各領域において、 rと1の適切な設計を行うことで、m=-2からm=+2までのチャージ数を持った光渦を一意的に分波でき るようにした。具体的には、A-D 領域の Γ 点近傍の バンドダイアグラムが、Fig. 2 の形になるようにフ オトニック構造の設計を行った。このとき、A-B 界 面では、p 波電磁モードの遷移が支配的となること から、 $m=\pm1$ のチャージ数をもった光渦のみが伝搬 する(±は伝搬方向により一意に決まる)。同様に、 C-D 界面では、d 波電磁モードの遷移が支配的とな ることから、 $m=\pm2$ のチャージ数をもった光渦のみ が伝搬する。

Fig. 2 で設計されたフォトニック構造を用いて光 渦分波領域を構成し、実際に素子中央に光渦信号を 励振したときの伝搬特性を3次元 FDTD 法により計 算した。Fig. 3に、Fig. 1(a)のポート1およびポート 2 近傍における磁界分布を示す。これにより、特定 のチャージ数をもった光渦が特定のトポロジカル伝 送路へ伝搬していることが見て取れた。発表時には、 素子中央に励振する光渦信号のスポットサイズ依存 性等についても言及する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(#17H03247, #19H02193)および JST CREST (JPMJCR18T4, JPMJCR15N6)の援助で行われた。











Fig. 3. Calculated magnetic field for (a) port1 and (b) port 2.

参考文献

- T. Su *et al.*, OFC 2019, Optics Express **20**, 9396 (2012).
- 2] T. Amemiya *et al.*, OFC 2019, M1C.7 (2019).
- [3] L.-H. Wu and X. Hu, Phys. Rev. Lett. 114, 223901 (2015).