

課題番号 : F-16-IT-0026
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : プラズモニック線欠陥導波路のバンドギャップ
 Program Title(English) : Bandgap of a plasmonic line-defect waveguide
 利用者名(日本語) : 齊藤 光
 Username(English) : H. Saito
 所属名(日本語) : 九州大学 大学院総合理工学研究院
 Affiliation(English) : Department of Electrical and Materials Science, Kyushu University

1. 概要(Summary)

周期構造中を伝播する表面プラズモンは Bragg 反射され、プラズモニックバンド中にバンドギャップが現れる。バンド端では群速度が 0 に漸近するため、表面プラズモンパルスの伝播を遅延化することができる[1]。本研究では三角格子プラズモニック結晶を用いた線欠陥導波路中に発現する導波路バンドギャップ(WBG)の線欠陥幅依存性を調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置(スピンコート・現像装置・ホットプレート・オープン・ドラフトチャンバ等を含む)、走査型電子顕微鏡、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

【実験方法】

電子ビーム露光装置で InP 基板の上に表面構造のパターンを作製した。そのパターン上に Ag を蒸着したものを試料とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1a に線欠陥幅(W)が 780 nm の導波路からカソードルミネッセンス(CL)用角度分解発光検出装置を搭載した走査型透過電子顕微鏡(CL-STEM)によって取得された分散パターンを示す。1.8–2.3 eV にかけて開いている三角格子のフルバンドギャップの中に導波路モードの分散カーブが現れており、その途中の 2.04–2.14 eV にかけて WBG が観察されている。この WBG は三角格子によって挟まれた線欠陥の表面プラズモン伝播方向への周期性に起因している。WBG 端のエネルギー E_{WBG^\pm} の W 依存性を測定したところ、WBG 幅 ΔE_{WBG} が W とともに狭くなる挙動が観測された(Fig. 1b)。上下のバンド端モードのエネルギー差は互いの実効幅の差と関係があり、それは導波路壁における反射時の位相変化 Φ_{WBG^\pm} の差に置

き換えられる。 Φ_{WBG^\pm} の W 依存性が小さいことから(Fig. 1c)、 ΔE_{WBG} が近似的に W の 2 乗に反比例すると考察された。実際、 W の 1.928 乗に反比例するという実験結果が得られたことから、WBG の W 依存性を扱うモデルを構築することができたと言える。

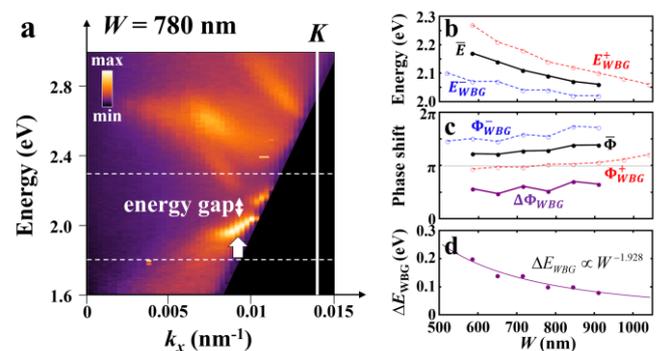


Figure 1 (a) Dispersion pattern taken from the line-defect waveguides with $W = 780$ nm. (b–d) Waveguide width (W) dependence of (b) the band-edge energies of the WBG and their average, (c) phase shifts at the band-edge and their average and difference, and (d) the WBG energy.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] M. Sandtke and L. Kuipers. Nat. Photon. **1**, (2007) 573-576.

・PIC 導波路の作製について河田眞太郎様(東京工業大学 NPF)の協力を感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 齊藤 光, 日本顕微鏡学会・第 41 回関東支部講演会, 2017. 2.

6. 関連特許(Patent)

なし。