

平面型メタ材料光バッファの特性解析と基礎検討

Characteristics Analysis and Basic Investigation of Plane Structure Metamaterial Optical Buffer

○山崎 理司^{1*}, 雨宮 智宏^{1,2}, 顧 之琛¹, 鈴木 純一¹, 西山 伸彦^{1,2}, 荒井 滋久^{1,2}
 ○S. Yamasaki¹, T. Amemiya^{1,2}, Z. Gu¹, J. Suzuki¹, N. Nishiyama^{1,2}, and S. Arai^{1,2}

東京工業大学 工学院 電気電子系¹, 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所²

Department of Electrical and Electronic Engineering¹,

Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology², Tokyo Institute of Technology

E-mail: *yamasaki.s.ae@m.titech.ac.jp

1. はじめに

誘電率、透磁率が制御可能なメタ材料を用いることで、新しい機能を備えた光デバイスの実現が可能となる [1-2]。当グループでは、メタ材料の波長分散を利用した光バッファを提案している [3]。今回、Si 導波路と平面型のメタ材料を組み合わせた光バッファの理論解析、及びそれに向けたメタ材料の評価を行ったのでご報告する。

2. 結果

Fig. 1 に平面型メタ材料光バッファの構造を示す。Si 導波路上にナノスケールの金属リングが配置された構造となっている。ここで、入射 TE モード光の周波数と金属リングの共振周波数が一致したときのみ、Si 導波路上部の誘電率・透磁率に波長分散が生じ、光パルスの群速度が変化する。

解析においては、金属リングの形状を $1.55 \mu\text{m}$ で共振するよう固定した。Si コアからメタ材料領域（均質化領域）までの距離 h を変化させた際の、群屈折率・伝搬損失をまとめたものを Fig. 2(a) に示す。 $h = 100 \text{ nm}$ （金属との距離は 175 nm に相当）のときに大きな群屈折率（ ~ 45 ）と低い伝搬損失（ $\sim -4 \text{ dB}/\mu\text{m}$ ）を同時に得ることができた。このときの分散曲線を Fig. 2(b) に示す。共振周波数付近において分散曲線の傾きが大幅に変化していることがわかる。

次に、上記計算で用いた金属リング単体を作製し、顕微フーリエ変換赤外分光による評価を行った。Ti $10 \text{ nm}/\text{Au}$ 40 nm の金属リングアレイを SiO_2 で埋め込んだサンプルの透過スペクトルを Fig. 3(a) に示す。ここで、下地基板の透過特性分はバックグラウンドとして除去している。透過強度の減少が観測される周波数で透磁率の変化が起きており、 $1.55 \mu\text{m}$ 帯での動作のためには、 $170 \times 90 \text{ nm}$ のリングが適切であることが分かった。また併せて、Fig. 3(b) に理論結果を示す。概ね実験で得た傾向と一致する結果が得られているが、共振周波数のずれは作製誤差であると考えられる。

当日は、本メタ材料を実装した導波路デバイスの作製および測定についても触れる予定である。

謝辞

本研究は、JST CREST JPMJCR15N6, JSPS 科研費 (#15H05763, #16H06082, #15J11774, #16J11581, #17H03247) の援助により行われた。

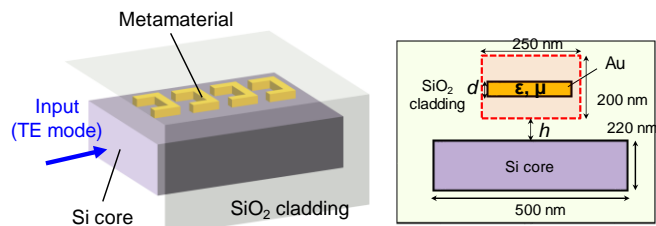


Fig. 1. Metamaterial optical buffer.

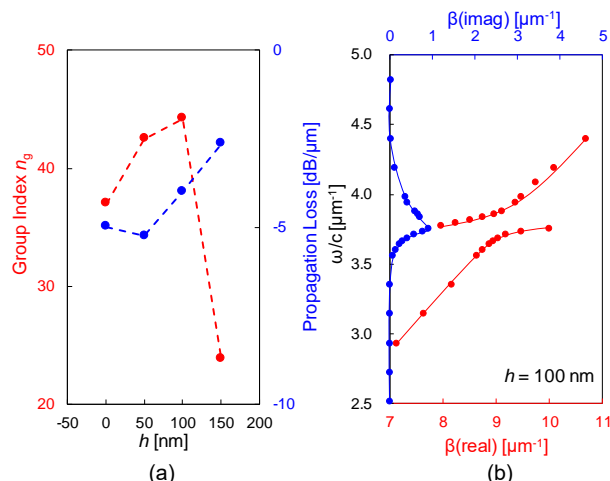


Fig. 2. Calculated (a) dispersion relation, (b) group index and propagation loss as a function of h .

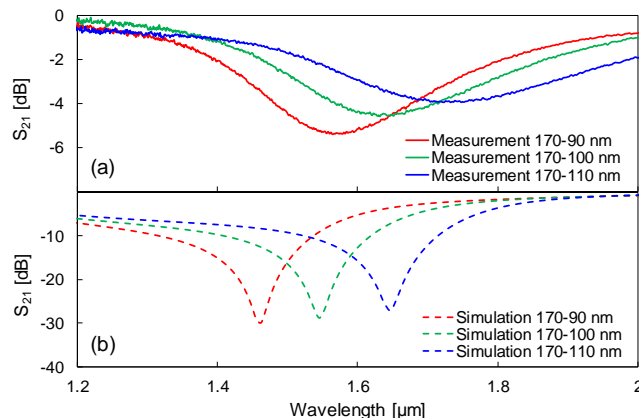


Fig. 3. Measurement and simulation results of resonance wavelength.

参考文献

- [1] V. M. Shalaev, *Nature Photonics* **1**, 41-48, (2007)
- [2] T. Amemiya et al., *Sci. Rep.* **5**, 8985 (2015).
- [3] S. Yamasaki et al., *Proc. of ICO-24*, Tu1H-05 (2017).