

ナノ格子光リング共振器用バス導波路構造の提案と解析

Proposal and analysis of bus waveguide structure for nanograting optical ring resonators

東北大工 ○(M1)室岡 宏彌, 五十嵐 アン, 山田 博仁

Tohoku Univ. ○Koya Murooka, Anh Igarashi, Hirohito Yamada

E-mail: koya.murooka.r6@dc.tohoku.ac.jp

情報通信や医療、環境等の様々な分野で光集積デバイスの要求が高まり、光を自在に制御するために伝搬光を強く閉じ込めるなど、高い Q 値および低損失デバイスの研究が進んでおり[1]、曲がり共鳴格子構造による導波モード共鳴(GMR)により、高い Q 値を得ることも示されている[2]。我々はこれまでに、回折格子を有するリング共振器において、GMR によるリング動径方向への同心波の形成により、高い Q 値のモードの存在を確認した[3]。今後、それらをデバイスとして用いるためには、共振器への光の入出力を実現するための、バス導波路が必要である。本研究では、ナノ格子構造マイクロリング共振器の高い Q 値を損なうことなく、低損失に結合するバス導波路の構造を提案し、入出力特性を含んだデバイスとしての特性を解析したことを報告する。

解析した Si マイクロリング共振器は Fig. 1 にその概略図で示すように、 SiO_2 ($n=1.45$) 下部クラッド上に形成された Si ($n=3.4$) 導波路からなり、導波路の側壁には周期的な凹凸を有するナノ格子構造が形成されている。直線状のバス導波路とは、共振器の外周から約 200 nm の隔てて接しており、バス導波路の一部(結合共振器内に GMR を生成するために、回路格子(凹凸)の周期 Λ は、約 310 nm とした。本研究では、リング共振器の直径は $5.1 \mu\text{m}$ とし、Si リング導波路の幅を 500 nm、導波路の括れた部分の幅を 200 nm とした。2 次元有限差分時間領域法 (FDTD 法) を用いて、光のスペクトル特性および共振モードを解析した。Fig. 1 の右下の磁界分布で示すように、バス導波路部分ナノ構造により、GMR 現象によるモードが形成されていることが分かった。ここでは、バス導波路の回路格子周期 (Λ_{bus}) を 360 nm、バス導波路は 9 周期とした。また、Fig.2 は Λ_{bus} と Q 値 (λ/FWHM) との関係を示す。 Q 値は出力モニタの透過スペクトルからを計算した。 Q 値は Λ_{bus} の長さによって変化することが分かった。 Λ_{bus} これはナノ構造により群速度、結合特性が変化するためと考えられる。従って、バス導波路のナノ構造を最適化し、 Q 値および結合損失などの共振特性を明らかにした。

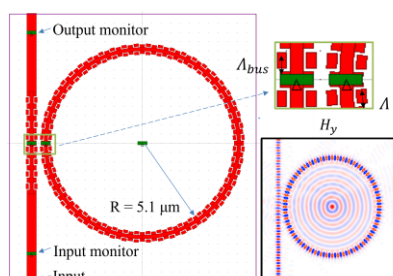


Fig. 1 提案した共振器とバス導波路

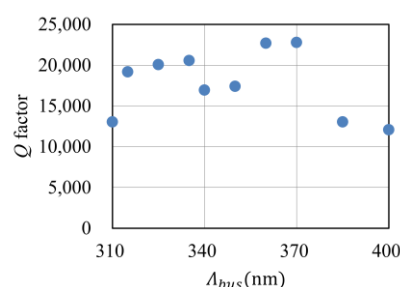


Fig. 2 Λ_{bus} と Q 値の関係

【謝辞】 研究に協力いただいた富山県立大学大寺康夫教授に感謝いたします。本研究は JSPS 科研費 K22K145800 の助成を受けたものです。

【参考文献】

- 1) M.S. Luchansky et al., Anal. Chem. 84(2), 793, 2012.
- 2) Y. Ohtera et al., Opt. Express 36(9), 2011.
- 3) A. Igarashi et al., ODF'22, Japan, Aug. 2022.