

Hot-wire CVD 法による厚膜 SiN を用いた低損失リング共振器作製

Fabrication of low-loss ring resonators using thick hot-wire CVD SiN films

慶大理工¹, 情通機構², 東大生研³ ○ (M1) 半田 浩一朗¹, 曾田 昇汰¹, 古澤 健太郎², 青木 画奈², 関根 徳彦², 柳澤 亮人³, 石田 悟己³, 野村 政宏³, 岩本 敏³, 田邊 孝純¹

Keio Univ.¹, NICT², Univ. of Tokyo³, [○]Koichiro Handa¹, Shota Sota¹, Kentaro Furusawa², Kanna Aoki², Norihiko Sekine², Ryoto Yanagisawa³, Satomi Ishida³, Masahiro Nomura³, Satoshi Iwamoto³, and Takasumi Tanabe¹

E-mail: k.handa@phot.elec.keio.ac.jp

窒化シリコン (SiN) は CMOS コンパチブルな材料かつ可視光から近赤外線波長領域において透明であり, 広帯域かつ低損失な光集積デバイスを作製する上で魅力的なプラットフォームである. しかし SiN は光通信波長帯において正常分散を呈するため, 異常分散を得るには, SiO₂ をクラッドとして膜厚 $t > 700$ nm が必要となる[1]. 残留応力の問題や将来的な集積化を考慮すると, SiN 膜堆積には 400 °C 以下が好ましいが, 低温堆積した SiN 膜では, 膜中に残留する N-H 結合基 (3350 cm⁻¹) や Si-H 結合基 (2160 cm⁻¹) に由来する赤外振動モードの倍音吸収による損失が問題となる[2]. Hot-wire CVD 法は, プラズマ CVD 法に比べ残留水素結合基密度が少ない SiN 膜を低温堆積できる可能性があり[3], 光通信波長帯において低損失分散制御型デバイスの実現が期待される[4]. 本報告では hot-wire CVD 法で成膜した厚膜 SiN 膜 (750 nm) を用いて光リング共振器を作製し, 評価したので報告する.

熱酸化膜付き Si 基板の上に hot-wire-CVD SiN 膜 (膜厚 750nm, 屈折率 2.11(波長 633 nm)) を形成した. 堆積条件は SiH₄ : 2.4 sccm, NH₃ : 80 sccm, 圧力 4 Pa, 基板温度 400 度, タングステンワイヤの投入電力 600 W で, 堆積速度は 6.3 nm/min であった. ネガ型電子線レジストパターンを作製し, CHF₃/Ar の短時間 ICP ドライエッチングと SF₆/O₂ の ICP クライオドライエッチングを用いて導波路構造を形成した. SOG (Spin on glass) を用いてリングーバス導波路間の狭ギャップ部分(< 400 nm)を埋め込み, 上層クラッドとして TEOS-SiO₂ 膜を 2 μm 堆積した後, ダイシングで端面処理を行った. 作製したデバイス

特性例として, 幅 1.4 μm, リング半径 57 μm のリング共振器の透過スペクトルを Fig. 1 に示す. 光通信波長帯 L バンドにおいて FSR ~ 403 GHz, Q_L ~ 1.7×10⁵ を得た. また, 逆テーパー構造[5]の導入により, バス導波路への結合系効率> 30 %が得られた.

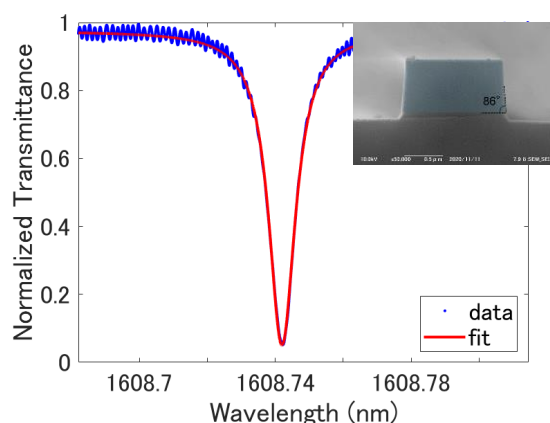


Fig. 1 Transmission spectrum. Inset shows cross section of SiN waveguide

[1] A. Kordts, *et al.*, *Opt. Lett.* **41**, 452–455 (2016).

[2] W. A. Lanford, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **49**, 2474–2477 (1978).

[3] H. Matsumura, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **37**, 3175 (1998).

[4] 古澤他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-212A-4 (2018).

[5] V. R. Almeida, *et al.*, *Opt. Lett.* **28**, 1302–1304 (2003).