

バイナリマスクと位相シフトマスクで作製された高 Q 値ナノ共振器(II)

High- Q Silicon nanocavities fabricated with binary mask and phase-shift mask (II)

大阪府大院工¹, 産総研² ○(B)桂 正晃¹, 太田 雄士¹, 高橋 友基¹, 岡野 誠², 高橋 和¹

Osaka Pref. Univ.¹, AIST² ○M. Katsura¹, Y. Ota¹, Y. Takahashi¹, M. Okano² and Y. Takahashi¹

E-mail: m-katsura-11g@pe.osakafu-u.ac.jp

序論 我々は高 Q 値シリコンナノ共振器を用いた空間電荷センサやシリコンラマンレーザを開発してきた[1,2]. これまでに, CMOS 互換プロセスを用いて, 平均 Q 値 190 万を有するナノ共振器の作製, 超低閾値ラマンレーザの作製を報告している[3,4]. デバイスの性能を向上するには Q 値の向上がカギとなる. そのためには空気孔の作成精度を上げる必要があり, フォトリソグラフィの改善は重要課題である. 我々は先行研究において, バイナリマスクと位相シフトマスクを用いて作製された高 Q 値ナノ共振器の比較を行った[5]. 一般的に, 位相シフトマスクの方が微細パターンニングに向いているとされるが, バイナリマスクを用いて作製された共振器の方が作製精度が高いという結果が得られた. しかし, この時の比較に用いたサンプルは, 別々の 300 mm SOI 基板に作製されたものだった. 今回, より精緻な比較を行うべく, 同一 SOI 基板上に, バイナリマスクと位相シフトマスクを用いて作製したナノ共振器の比較を行ったので報告する.

実験結果 図 1 にバイナリマスクと位相シフトマスク (ハーフトーンマスク) の概略を示す. 露光には ArF 液浸を用いた. 両マスクを用いて, 図 2 に示すマルチヘテロ構造ナノ共振器 (格子定数 410-415-420 nm, 空気孔直径 240 nm) を同一基板上に作製した. 図 3, 4 に共振波長と Q 値の測定結果を示す. バイナリマスク, ハーフトーンマスク, それぞれ 10 個の共振器を測定した. バイナリマスクを用いて作製した共振器では, 共振波長ばらつきの標準偏差が 0.415 nm, ハーフトーンマスクは 0.613 nm となった. 平均 Q 値は, バイナリマスクが 213 万, ハーフトーンマスクが 181 万となった. 共振波長のばらつき, 平均 Q 値ともにバイナリマスクの方が良好な結果が得られたため, 先行研究と同様に作製精度はバイナリマスクの方が高いと結論付けられる. この要因として, 今回作製したナノ共振器の空気孔直径が, ArF 液浸露光の解像性能に対して比較的余裕のある 240 nm であること, そもそも円形パターンには位相シフトマスクの効果は高くないことが関係していると考えている. 詳細は当日報告する.

【謝辞】 本研究は科研費, JST-START の支援を受けた.

【文献】 [1] S. Yasuda, *et al.*, Opt. Express **29**, 16228 (2021). [2] M. Kuwabara, *et al.*, Laser and Photon. Rev. **13**, 1800258 (2019). [3] K. Ashida, *et al.*, J. Lightwave Technol. **36**, 4774 (2018). [4] T. Yasuda *et al.*, OSA Continuum **3**, 814 (2020). [5] 高橋友基, 他, 応用物理学会春季講演会 2020, 14p-PB3-8.

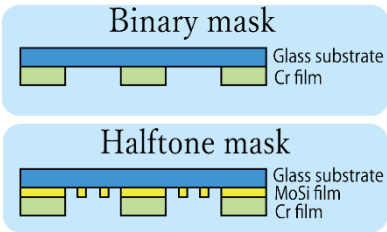


Fig. 1. Binary and half-tone masks.

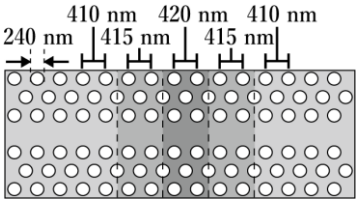


Fig. 2. Multi hetero nanocavity.

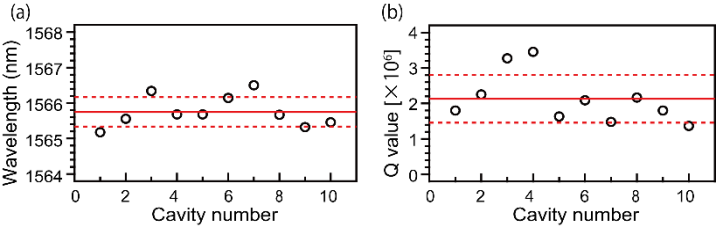


Fig. 3. Results for binary mask.

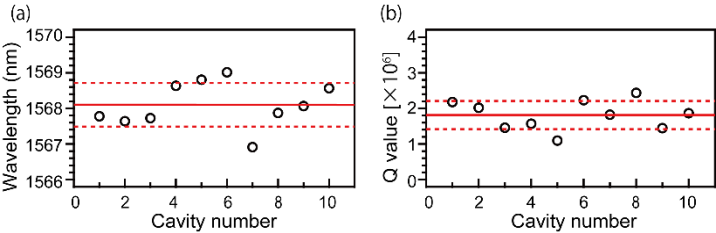


Fig. 4. Results for half-tone mask.