平坦な結合効率スペクトルを示す Si フォトニクス グレーティングカプラの実証

Demonstration of Si Photonics Grating Coupler Exhibiting a Flat Coupling Efficiency Spectrum

横国大理工 [1]，産総研 [2] °田原直樹 [1]，名和翔太 [1]，鎌田幹也 [1]，
前神有里子 [2]，土澤泰 [2]，山本宗継 [2]，山田浩治 [2]，馬場俊彦 [1]
Yokohama Nat'l Univ.[1], AIST[2], °N. Tahara[1], S. Nawa[1], M. Kamata[1],
Y. Maegami[2], T. Tsuchizawa[2], N. Yamamoto[2], K. Yamada[2], T. Baba[1]
E-mail: tahara-naoki-dg@ynu.jp

Si 導波路と面外の単一モード光ファイバとの高効率結合は，ウエハレベルのテストや低コスト実装において重要である．単純なグレーティングカプラでは光が導波路の上下方向に放射され，結合効率は 40%以下となる．上方への一方向放射や高効率を得るために様々な構造 [1–4] が報告されているが，複雑かつ 120 nm 以下の微小な構造のため，その製作には電子ビーム描画を含むプロセスが用いられ，フォトリソグラフィを用いる一般的な Si フォトニクスファウンダリでは製作が難しい．前回までに我々は，中掘り回折格子と台形貫通孔アレイから成る最小構造寸法 150 nm の構造を最適化し，2 段エッチングを用いた産総研の 300 mm ウエハプロセスを用いてこれを製作，最大結合効率 78%を測定した [5, 6]．今回は，波長多重通信 (WDM) に利用しやすい平坦な結合効率スペクトルを示す構造を製作・評価した．

図 1(a) は前回までに発表した最大効率を示す構造と今回製作した平坦スペクトルの構造である．一見は似た構造ではあるが，パラメータの微調整によって異なる結合効率スペクトルを示す．図 1(b) にグレーティングカプラと垂直な角度の単一モードファイバ間の結合効率スペクトルを示す．赤線は最大効率の構想，青線は平坦スペクトルの構造である．ピーク効率はそれぞれ–1.1 dB = 78%と–3.7 dB = 43%，結合効率がピーク値から 1dB 低下する範囲 (1dB 帯域幅) は 27 nm, 54 nm であり，平坦スペクトルの構造では帯域が大きく拡大した．この構造では，ピーク効率が–1.4 dB = 72%で同様な帯域が計算されており，製作条件の最適化でこれに近づくと思われる．なお，ファイバ角度は構造をそれに合わせて最適化することで，任意に選ぶことができる．実際，最大効率の構造は，ファイバ角度の目標を 9° と設定して設計・製作したときにも，ピーク効率–0.99dB = 80%が測定されている．このような高い効率や広い結合スペクトル，所望のファイバ角度は，WDM だけでなく，幅広い応用に最適である．

本研究は科研費基盤研究(A) (22H00299) と立石科学技術振興財団 (研究助成 S) の援助を得ている．

参考文献 [1] A. Michaels, et al., Opt. Express **26**, 4766 (2018). [2] D. Benedikovic, et al., Opt. Express **27**, 26239 (2019). [3] M. K. Dezfouli, et al., Opt. Lett. **45**, 3701 (2020). [4] V. Vitali, et al., Photon. Res. **11**(7), 1275 (2023). [5] 田原ほか，応物秋季, 16a-A25-9 (2024). [6] N. Tahaka, et al., Opt. Express 32, 34024 (2024).

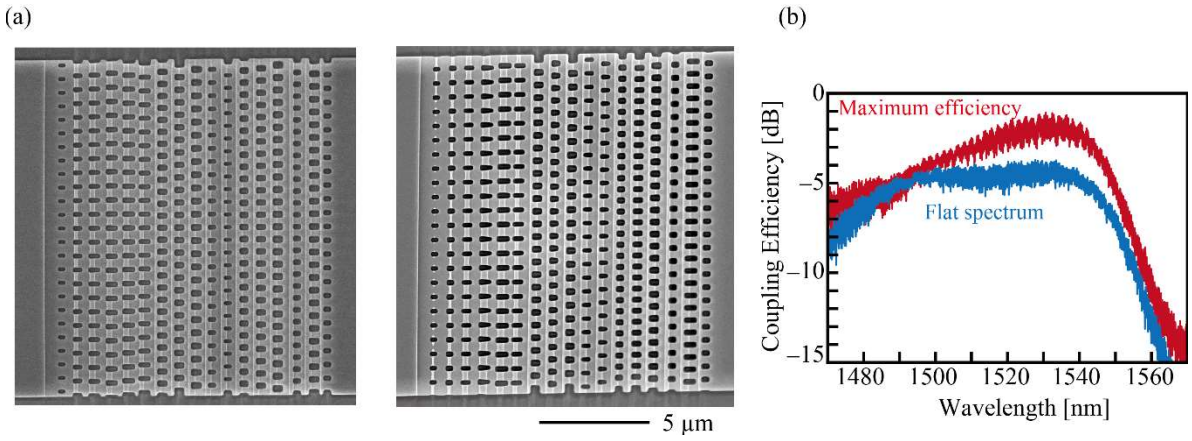

図 1 提案したグレーティングカプラの実証．(a)は最大効率と平坦スペクトルの構造の SEM 写真．(b)の赤線と青線はそれぞれに対して測定された結合効率スペクトル．