

Si フォトニック結晶変調器を用いた 50 Gbps/ch 波長分割多重 50-Gbps/ch Wavelength Division Multiplexing using Si Photonic Crystal Modulators

横国大院工, °雛倉 陽介, 秋山大地, 伊藤寛之, 馬場 俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °Yosuke Hinakura, Daichi Akiyama, Hiroyuki Ito Toshihiko Baba

E-mail: hinakura-yosuke-zm@ynu.jp

近年, データセンタの大容量化が進む中で, 400G Ethernet 用トランスミッタの開発が急務になっている. これに向けて我々は 64 Gbps で動作可能なキャリア空乏型フォトニック結晶導波路 (PCW) Si 光変調器 [1]と 25 Gbps/ch の波長分割多重 (WDM) 伝送[2]を実証した. 今回はそれらを発展させた 50 Gbps/ch WDM 動作を報告する.

Si フォトニクスチップに集積したマッハツェンダー干渉計 (MZI) 型 8 ch 合波器 (MUX) と 2 つの Si PCW 変調器を用いた. それらの光学顕微鏡写真を図 1(a)と図 2(a)に示す. これらは本来, 異なる目的のために個別に製作したものであるが, 集積しても特に問題はないと考えられる. 図 1(b)に示すように, MUX の自由スペクトル領域は約 5.5 nm で, クロストークは $-14 \sim -22$ dB であった. 一方で PCW 変調器の線形 p-n 移相器の実効長は $170 \mu\text{m}$ であり, 途中に挿入したメアンダライン電極は 40Ω のオンチップ抵抗で終端した. PCW の格子定数 a は動作帯域の調整のために $a = 404 \text{ nm}$ または 407 nm と設定し, それぞれの帯域は $1527\text{--}1540 \text{ nm}$ と $1536\text{--}1550 \text{ nm}$ と確認した. これらのスペクトルを加熱によりレッドシフトさせて, MUX の透過波長に一致する波長 $\lambda_1 = 1537.5 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 1543.0 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 1548.0 \text{ nm}$, $\lambda_4 = 1553.5 \text{ nm}$ で 50 Gbps 変調を行った. このとき電圧は $V_{pp} = 5.3 \text{ V}$, $V_{DC} = -3.3 \text{ V}$ とした. またチップへの二度の入出力での損失を補償するために, エルビウムドープファイバ増幅器とバンドパスフィルタを各チップの後段で用いた. MUX 前後のアイパターンを図 2(b)に示す. いずれの波長でも MUX 後にアイ開口が維持され, 合計 200 Gbps の MUX 動作が観測された. ただし λ_2 と λ_3 , λ_4 では, MUX の分散の影響を受けてアイの形状が歪んだ. これは MUX の透過波長の中心からわずかにずれた波長で動作させたことが原因であり, 動作波長の微調整で改善が見込まれる. また PCW の群屈折率分散の影響で各波長のアイパターンの明瞭度が異なるが, これも PCW のフォトニックバンドエンジニアリングで改善が可能である.

この成果は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業総合技術開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものである.

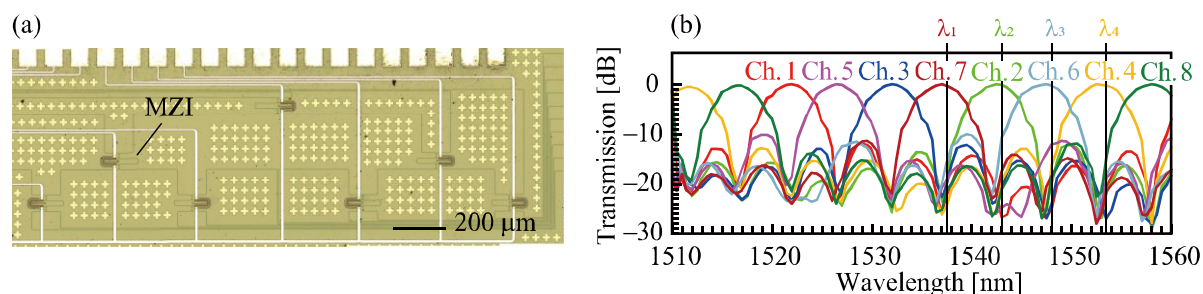


図 1 8 ch MUX. (a) 光学顕微鏡写真. (b) MUX フィルタの光透過スペクトル.

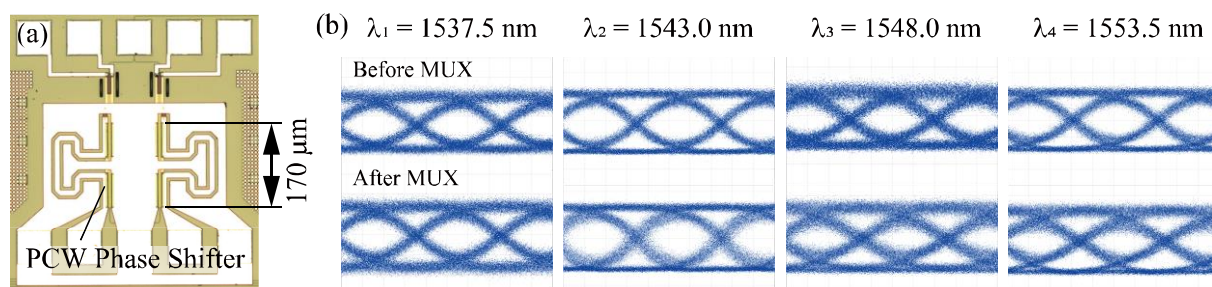


図 2 Si PCW 変調器. (a) 光学顕微鏡写真. (b) MUX 前後の 50 Gbps アイパターン.

参考文献 [1] Y. Hinakura et al., *Opt. Express* **27**, 14321 (2019). [2] H. Ito et al., *Opt. Express* **23**, 21629 (2015).