

10 ポート光集積ユニタリ変換器の実証

Demonstration of a 10-Port Integrated Optical Unitary Converter

○唐 睿, 田之村 亮汰, 種村 拓夫, 中野 義昭 (東大工)

○Rui Tang, Ryota Tanomura, Takuo Tanemura, Yoshiaki Nakano (The University of Tokyo)

E-mail: rui.tang@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

1. 背景

光集積ユニタリ変換器(OUC)はチップ上で任意の光ユニタリ変換処理を実現できるため、光通信、深層学習、量子情報処理などの幅広い応用が期待されている[1]。マッハ・ツェンダー干渉計(MZI)型 OUC [2]と比較し、多ポート方向性結合器(MDC)を用いた OUC は、作製誤差に特徴的な耐久性があることは示されており、これまでに4ポート規模の光回路が実証されている[3]。今回、シリコンフォトニクスチップ上に、MDC型素子として最大規模の10ポートOUCを実証したので報告する[4]。

2. 動作原理

MDC型OUCの構造を図1に示す。MDC間の位相シフト量を最適化することで、所望のユニタリ変換を実現できる。変換精度が影響されにくいMDCの設計領域が存在するため、作製誤差に対してロバストな素子が可能である[4]。

3. 実験結果

今回作製した10ポートOUCの顕微鏡写真を図2に示す。12.2×3.6 mm²のシリコンフォトニクスチップ上に集積され、13段のMDCと14段の熱光学効果位相シフトアレイから構成される。カスタム設計した電気回路を用い、所望のユニタリ変換が得られるように擬似アニーリング法により各位相シフトへの印加電圧を最適化した。本実験では波長1.55 μmの連続光を用いた。

本構造の柔軟性を示す一例として、同一素子でTEとTMの両偏波モードにおいて置換行列を実現した結果を図3に示す。なお、出力ポート3は、ファイバレイの製造誤差により結合損が遥かに大きくなってしまったため省いている。他のポートでは、両偏波について、最適化の結果、所望の行列が得られていることが確認できる。クロストーク(約-3 dB)がやや大きい、ファイバレイを実装し、位相シフトの変調効率を改善することで低減できると期待される。

4. 結論

シリコンフォトニクスチップ上に、MDCを用いた最大規模の10ポートOUCを実証した。同一素子によるTE・TM両偏波での動作に初めて成功し、本素子の柔軟性を実証した。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金(26000010)の助成により実施された。

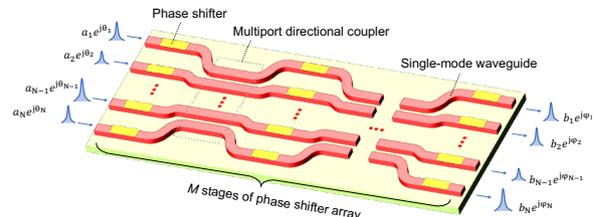


Fig. 1. Schematic of the OUC using MDCs.

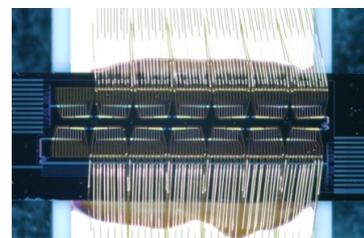


Fig. 2. Microscope image of the fabricated 10-port OUC, which consists of 14 stages of thermo-optic phase shifter arrays and 13 stages of 10-port DC.

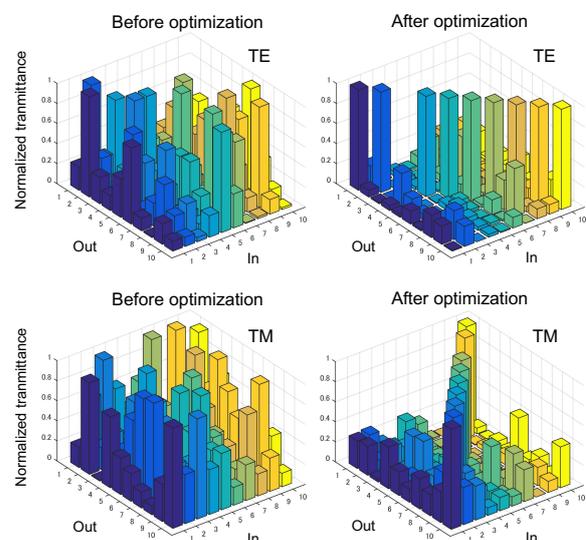


Fig. 3. Experimental results of optimizing the phase shifters to implement permutation matrices for the TE and TM polarization, respectively.

参考文献

- [1] W. Bogaerts et al., *Nature* **586**, 207-216 (2020).
- [2] W. R. Clements et al., *Optica* **3**, 1460-1465 (2016).
- [3] R. Tanomura et al., *J. Lightw. Technol.* **38**, 60-66 (2020).
- [4] R. Tang et al., *ACS Photonics* (2021), DOI: 10.1021/acsp Photonics.1c00419.