

単一ピクセルイメージングに適した高効率駆動型光集積フェーズドアレイ素子の解析 Analysis on High-Driving-Efficiency Optical Phased Array for Single-Pixel Imaging

東大院・工 〇(M2) 梅崎 敏和, 小松 憲人, (D) 福井 太郎, 中野義昭, 種村拓夫

The Univ. of Tokyo, 〇Toshikazu Umezaki, Kento Komatsu, Taichiro Fukui, Yoshiaki Nakano, Takuo Tanemura

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

1. 背景

光集積フェーズドアレイ (OPA: optical phased array) はアレイ状に並べた導波路内の光の位相を制御することで光偏向を行う素子である。従来の機械駆動型光偏向素子と比べ、小型かつ高速な素子として注目されている[1]。OPA によるビーム掃引では、各導波路の光位相を正確に制御する必要があるのに対し、OPA をランダムに駆動することで、スペックル光を用いた簡易かつロバストな単一ピクセルイメージングが可能である[2]。

本研究では、スペックルイメージングにおける照射パターンのランダム性に着目し、複数の電極を束ねることで大幅に簡略化した OPA 素子を新たに提案し、数値解析により有効性を実証した。

2. 提案素子の概要

提案する OPA の構造を Fig. 1 に示す。従来構成では、 N 本の導波路それぞれに個別の位相シフタを要するのに対し、提案構造では、長さがランダムに異なる電極を束ね、まとめて M 段で駆動することで、合計の電極数を $M (< N)$ に削減する。

評価系を Fig. 2 に示す。OPA 素子の M 本の電極をランダムに駆動することで、出射光の波面を切り替える。遠視野像を対象に照射し、透過光強度を単一ピクセル受光器により取得する。透過光強度と予め取得した照射光の強度分布情報から、逆行列法によって画像を再構成する[3]。

3. 結果

$N=100, M=10$ の場合の再構成結果の例を Fig. 3(a) に示す。各導波路での合計の位相変調量が十分大きい時、PSNR (peak signal-to-noise ratio) が 16.40 dB となり、100 本の電極を要する従来構成と比べ遜色ない画像が得られることを確認した。

合計位相変調量を 16π とし、 N と M を変化させた際の PSNR を Fig. 3(b) に示す。 N の増加に対して最適な M の数は比例せず、 $N=80$ においても $M=5\sim 10$ で十分であることが分かる。イメージング性能を犠牲にせずに OPA 素子を大幅に簡略化できる可能性を明らかにした。

謝辞: 本研究は、文部科学省科学研究費補助金 (18H03769) の助成を受けて実施された。

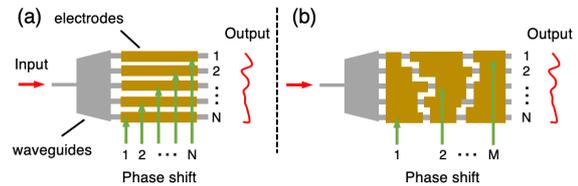


Fig.1 Structures of (a) the conventional OPA and (b) the proposed OPA.

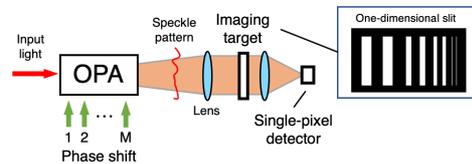


Fig.2 Single-pixel speckle imaging system using OPA.

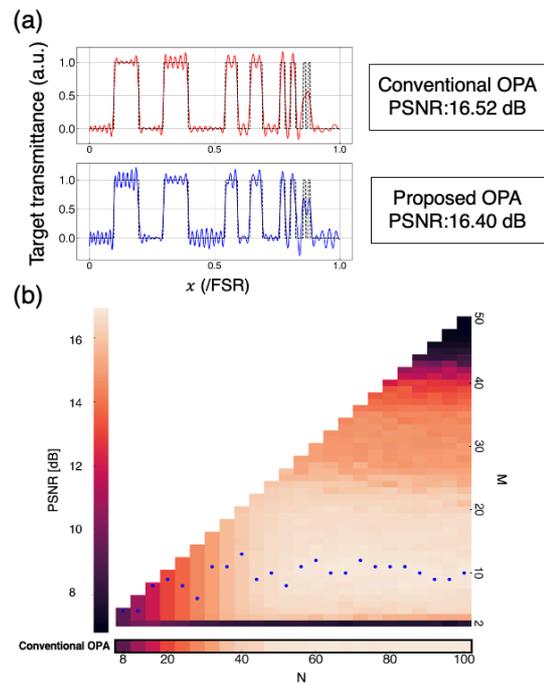


Fig.3 Imaging results. (a) Reconstructed images by the proposed OPA with $N = 100, M = 10$ and the conventional OPA with $N = 100$. (b) PSNR of the retrieved image as a function of N and M . Dots represent the best case with highest PSNR for each N .

参考文献

- [1] M.J.R. Heck, *Nanophotonics.*, **6**, 93-107 (2017).
- [2] K. Komatsu *et al.*, *OFC'17*, Th3H.4.
- [3] Y. Kohno *et al.*, *Opt. Express*, **27**(3), 3817(2019).