

位相シフトデジタルホログラフィを用いた 非周期ピッチ光フェーズドアレイ位相補償手法の動作検証

Operation verification of phase compensation method for aperiodic optical phased array based on phase-shifting digital holography

NHK 技研 ○三浦 雅人, 宮本 裕司, 柴崎 純一, 青島 賢一,
船橋 信彦, 難波 正和, 平野 芳邦

NHK STRL, ○Masato Miura, Yuji Miyamoto, Junichi Shibasaki, Kenichi Aoshima,
Nobuhiko Funabashi, Masakazu Nanba, Yoshikuni Hirano

E-mail: miura.m-hc@nhk.or.jp

導波路型光フェーズドアレイ (Optical Phased Array: OPA) は光の回折と干渉の原理に基づき、光ビームの出射方向と形状を制御することができる、可動部のない小型・軽量デバイスである。導波路型 OPA は、入射光を導波路アレイに分歧させ、導波路アレイを構成する各チャンネルに備わっている位相シフタを用いて導波光の位相を制御することにより、光出力部の位相分布に応じた光ビームが出射される。光出力部の位相分布は、導波路加工時の不均一性などにより誤差を伴うため、位相シフタに補正値を与えることにより、全チャンネルで等位相とする制御 (位相補償) を行う必要がある。我々が提案する位相シフトデジタルホログラフィ (Phase-Shifting Digital Holography: PSDH) を用いた位相補償手法¹⁾では、1つのチャンネルからの出射光を参照光として PSDH を適用することで光出力部の位相誤差を測定し、位相補償を行う。本手法は 4 枚の遠視野像 (Far-Field Pattern: FFP) の撮影により適用可能であり、位相誤差測定に基づくため局所最適解に陥らないという特長がある。

これまでに本手法を周期ピッチ OPA に適用して動作を実証したが、本研究では、より少ないチャンネル数で細い光ビームによる大偏向角動作を実現可能な非周期ピッチ OPA²⁾への適用可能性を、シミュレーションにより検証した。シミュレーション条件は、波長を $1.55\ \mu\text{m}$ 、チャンネル数を 16、光出力部を開口径 $180\ \mu\text{m}$ の 1 次元非周期配列とし、位相誤差を模擬するため各チャンネルにおける導波光の位相をランダムとした。はじめに参照光用としたチャンネルの位相を $\pi/2$ ずつシフトし、4 枚の FFP を計算した [Fig. 1 (a)-(d)]。次に、得られた FFP に対して PSDH と逆フーリエ変換 (Inverse Fourier Transform: IFT) を適用し、光出力部における振幅・位相分布を計算した [Fig. 1 (e)-(f)]。得られた位相分布を基に位相補償を行った結果、光出力部における位相分布の分散は 6.5×10^{-4} となり、均一性の高い位相分布が得られた。また、Fig. 1 (g) に示すように尖鋭度の高い光ビームが形成され、PSDH を用いた位相補償手法を非周期ピッチ OPA に適用可能であることを実証した。

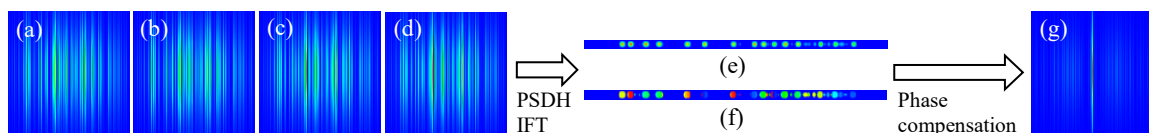


Fig. 1: FFPs without phase compensation with phase shifts of (a) 0, (b) $\pi/2$, (c) π and (d) $3\pi/2$ for reference wave; (e) amplitude and (f) phase distribution at optical output part; (g) FFP with phase compensation.

- 1) M. Miura *et al.*, Proc. SPIE **11284**, 1128424 (2020).
- 2) D. N. Hutchison *et al.*, Optica **8**, 887 (2016).