

空間光変調素子を用いた長焦点深度を有するフラットトップビーム成形 Flat-top beam shaping with long depth of focus using a spatial light modulator

○川崎 佳純*, 早崎 芳夫, 長谷川 智士

○Kasumi Kawasaki, Yoshio Hayasaki, Satoshi Hasegawa

宇都宮大学オプティクス教育研究センター

Center for Optical Research and Education (CORE), Utsunomiya University

*kawasaki_k@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

レーザーを用いた穴あけ・溝掘り・切断では、加工の高精度化を目的として、ビーム断面の強度プロファイルが平坦なフラットトップビームが用いられている。しかし、通常のフラットトップビームは焦点深度が短く、ビーム伝搬距離に応じて、その強度プロファイルが変化するため、平坦なビーム強度を維持することは困難となる。そのため、均一な深穴加工には不適切であり、精密な焦点合わせが要求される。本研究では、長焦点深度を有するフラットトップビームを生成する手法を提案し、シミュレーションと実験により、提案手法の有効性を確認した。

2. 原理

長焦点深度を有するフラットトップビームは、回折光学素子 (DOE) のペアを用いて生成される。1つ目の DOE によりガウシアンビームがフラットトップビームに変換される。2つ目の DOE をフラットトップビームの焦点面に配置し、ビームの位相分布を平面に補正することで、その焦点深度が拡大される。

3. シミュレーション結果

図1はシミュレーション結果を示す。図1(a)と図1(b)は、それぞれ、DOEを用いたビーム位相の平坦化による位相補償が無しと有りの場合の、フラットトップビームの光軸方向の強度分布を示す。ビームの焦点面は $Z = 0\text{mm}$ とした。図1(a)において、 $Z = 400\text{mm}$ で点に集光する結果が得られた。図1(b)において、フラットトップビームの強度分布を維持したまま、長距離を伝搬する結果が得られた。結果より、位相補償により、フラットトップビームの焦点深度が拡大することが分かった。

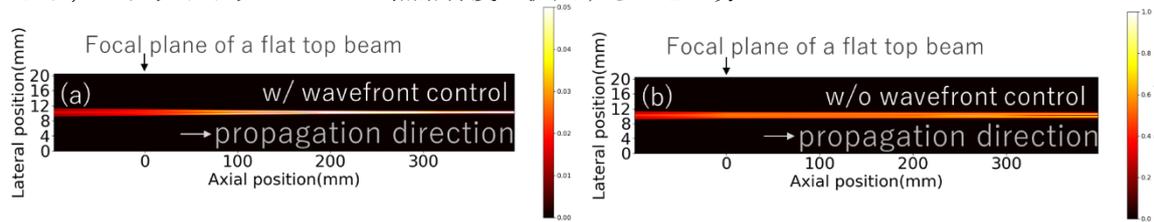


Fig.1 Axial intensity distribution of flat top beam (a) without and (b) with phase compensation.

4. 実験結果

図2(a)と図2(b)は、それぞれ、光学系において DOE ペアにより生成されたフラットトップビームの強度画像と、干渉系により求めたビームの位相画像を示す。結果より、実験光学系において、ビームの焦点面における強度と位相が平坦であることから、長焦点深度を有するフラットトップビームが生成されたことを確認した。図2(c)と図2(d)は、DOEの代わりに空間光変調素子 (SLM) を用いて生成されたフラットトップビームの強度画像と干渉系により求めたビームの位相画像を示す。図2(e)と図2(f)は、それぞれ SLM を用いたビーム位相の平坦化による位相補償が無しと有りの場合の、フラットトップビームの光軸方向の強度分布を示す。報告では、任意・可変なビーム成形に対応するため、SLM を用いた手法を述べる。

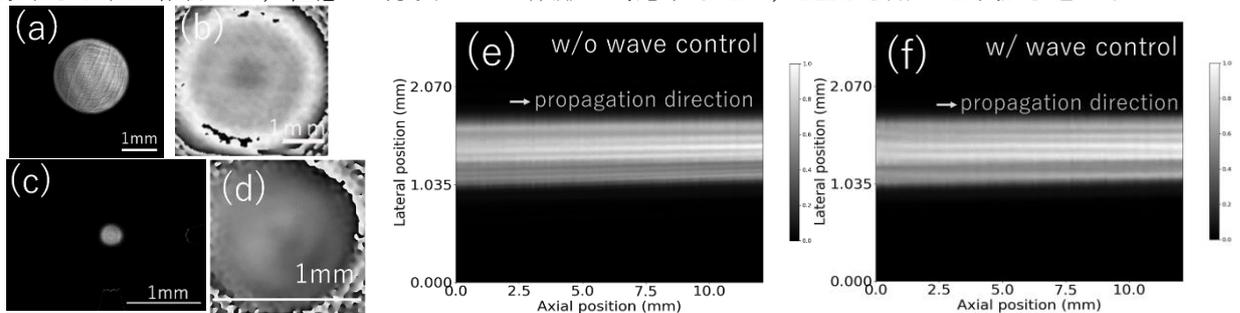


Fig.2 (a) intensity and (b) phase image of the flat top beam generated by DOE. (c) intensity and (d) phase image of the flat top beam generated by SLM. Axial intensity distribution of flat top beam (e) without and (f) with phase compensation.