

焦点制御型回折レンズの位相シフトと集光特性の関係

The relationship between the phase shift and focusing characteristics of the binary diffractive lens

○加藤 亮¹, 元垣内敦司^{1,2}, 三宅秀人³, 平松和政³

(1.三重大院工, 2.三重大伊賀サテライト, 3.三重大院地域イノベ)

○Ryo Kato¹, Atsushi Motogaito^{1,2}, Hideto Miyake³, and Kazumasa Hiramatsu³

(1. Graduate School of Eng., Mie Univ. 2. Iga Satellite, Mie Univ.

3. Graduate School of Reg. Innov., Mie Univ.)

E-mail: 417m213@m.mie-u.ac.jp

レーザーを用いた微細加工技術は近年の産業発展に寄与している。レーザー加工には精密なレーザー制御が必要であり、焦点距離及び焦点深度の厳密な制御が求められる。我々の研究では、焦点距離と焦点深度を同時に制御することができる焦点制御型回折レンズについて研究を行っている。これまでに周期構造により焦点距離、焦点深度の制御が可能であることが確認されている[1]。今回は焦点制御型回折レンズのより広い制御範囲を目指し、レンズの構造検討および集光特性について調べた。

方法として、焦点制御型回折レンズの位相シフト式を用いてレンズ構造を変化させた。焦点制御型回折レンズは中央と末端の輪帯間隔で構造が決定する。一回折光の位相シフト式を以下に示す。

$$\phi_d(r) = k_0 \cdot (a \cdot r + b \cdot r^2)$$

ここで r はレンズの中心からの距離である。1項目は回折格子の位相シフト式、2項目は回折レンズの位相シフト式になっている。 a, b は r 又は r^2 に対する係数である。上式の成分を大幅に変化させることで焦点距離及び焦点深度がどのように制御されるのか確認する。輪帯半径が 500 μm の場合を考え、係数 a, b が $a=b=1$

(以下条件①) と $a=0.6, b=0.5$ (以下条件②) の場合について、焦点距離及び焦点深度の比較検討する。今回は中央の輪帯間隔 $\Delta R_1=30\mu\text{m}$ 、末端部の輪帯間隔を $\Delta R_{\text{max}}=8\mu\text{m}$ とした。この時の z 方向のシミュレーションの結果を Fig.1 に示す。①と②を比較すると②で焦点距離が伸びたことが分かった。焦点深度を表す半値幅は①のとき 1.73mm、②のとき 2.61mmであった。よって $\Delta R_{\text{max}}=8\mu\text{m}$ と同じため、焦点距離が伸び、焦点深度は似たような傾向である特性が見

られた。

次に焦点深度の変化について調べた。①のときは、中心の輪帯間隔 $\Delta R_1=30\mu\text{m}$ 、末端の輪帯間隔 $\Delta R_{\text{max}}=15\mu\text{m}$ とした。②のとき、中心の輪帯間隔 $\Delta R_1=30\mu\text{m}$ 、末端部の輪帯間隔を $\Delta R_{\text{max}}=8\mu\text{m}$ とした。この時の z 方向のシミュレーション結果を Fig.2 に示す。半値幅は、条件①、 $\Delta R_{\text{max}}=15\mu\text{m}$ のとき 4.29mm となった。条件②、 $\Delta R_{\text{max}}=8\mu\text{m}$ のときの方が焦点深度が狭いことから、回折格子の特性を抑制し、回折レンズの特性を維持できることが確認できた。

以上より従来の焦点制御型回折レンズの 1 次回折光の位相シフト式を変化させると、焦点距離及び焦点深度が変化し、従来と比べて焦点距離と焦点深度の制御範囲が広がることが確認できた。

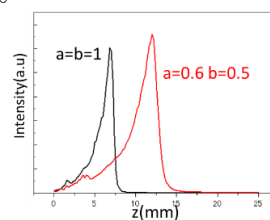


Fig.1 The comparison of the focal length

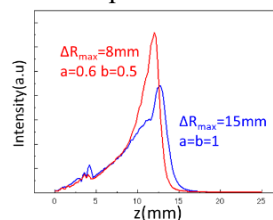


Fig.2 The comparison of the depth of the focus

本研究は科研費 (No.15H03556, 26390082) 及び (公財)天田財団 研究助成によるものである。

[1] 元垣内他, OPJ2017 1aC3(2017)