

反復位相回復法に基づく円環状瞳位相フィルタによる焦点深度拡大

Focal Depth Extension Owing to Annular Pupil Phase Mask Derived from Iterative Phase Retrieval Algorithm

茨大工 °鶴野 克宏

Ibaraki Univ, °Katsuhiro Uno

E-mail: katsuhiro.uno.catsin3@vc.ibaraki.ac.jp

所望の解像度を維持しながら焦点深度を拡大することは、顕微鏡やリソグラフィ技術にとって長年切望されていることである。ある程度の解像度を保ったまま焦点深度を拡大する方法として Wavefront Coding (WFC) がある。これは瞳面に位相板を挿入し、入射波面を変調することにより波面の収束を光軸方向に延長する方法である。その中で、瞳面をいくつかの円環領域に分割し、それら円環上に 2 次の位相分布を付加したフィルタを用いて焦点深度と解像度の両立を図った研究例がある[1]。

本研究では瞳面を異なる焦点距離を持つ 2 つの同心円環領域に分割し、それぞれについて入射開口面での位相分布を、反復位相回復法を用いて計算した。まず、半径が 12.5 mm の円形瞳面に波長 780 nm、ビーム半径 2.5 mm のガウスビームが入射すると仮定し、レンズによる焦点面における収束ビームを、回折積分を用いて計算した。その後、各円環領域に対して収束ビームの計算を行い、それぞれの収束ビームに対して先に計算した収束ビーム径と同じ領域だけを残して瞳面まで逆伝搬させ、その結果得られる位相分布を瞳面上の各円環領域の新たな位相として同様の計算を反復した。そして最終的に更新前と更新後の位相分布の平均二乗誤差が設定閾値以下となった場合に計算を終了した。円環領域を Fig. 1 のように設定したときの最終位相分布を Fig. 2 に、その位相分布を瞳面に置いた場合の収束ビームスポット径の焦点面付近の変化を Fig. 3 に示す。ここで、二つの円環領域の焦点距離の差は 1 mm とした。Fig. 3 の結果によると、瞳面における二つの領域に対して二つの焦点距離を設定しただけであるにもかかわらず、スポット径の小さな領域が広範囲にわたり維持されていることがわかる。

参考文献

- [1] M. Ohta, K. Sakita, T. Shimano and A. Sakemoto, "Rotationally symmetric wavefront coding for extended depth of focus with annular phase mask," Jpn. J. Appl. Phys. 54, 09ME03 (2015).

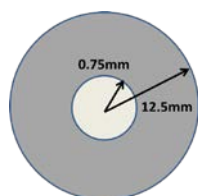


Fig. 1 Annular region in the pupil.

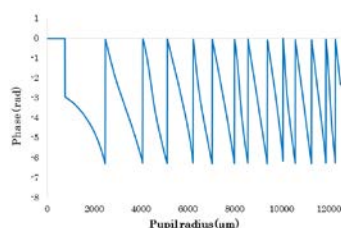


Fig. 2 Phase profile in the pupil.

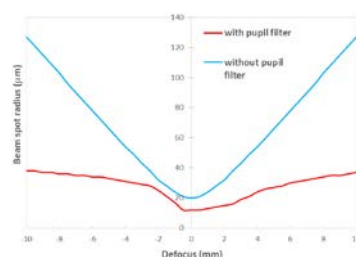


Fig. 3 Beam spot radius around the focal plane.