ビルトインレンズマスクによる三次元フォトリソグラフィ（マスクパターンの最適化検討）

Optimization of BILM for 3-dimensional photolithography

大阪府立大学　工学域　電子物理工学課程
〇大住　知暉, 安田　雅昭, 笹子　勝, 平井 義彦
Osaka Pref. Univ., College of Eng., Sakai, Japan,
〇Tomoaki Osumi, Masaaki Yasuda, Masaru Sasago, Yoshihiko Hirai
E-mail: hirai@pe.osakafu-u.ac.jp

1) はじめに　空間中に任意の強度分布で結像する波面を再生するビルトインレンズマスク(BILM :Built-in lens mask) [1]は、一枚のマスクによる単純一括露光により多重焦点機能が可能であり、これを利用して三次元像を結像できる[2]。しかし、BILM の作製には、複数の要素(シード)パターンの合成と、波面の複素振幅の多値化が必要となり、シード間の干渉や波面の離散化によるノイズが生じる。このため、これらを低減するための BILM パターンの最適化が肝要となる。

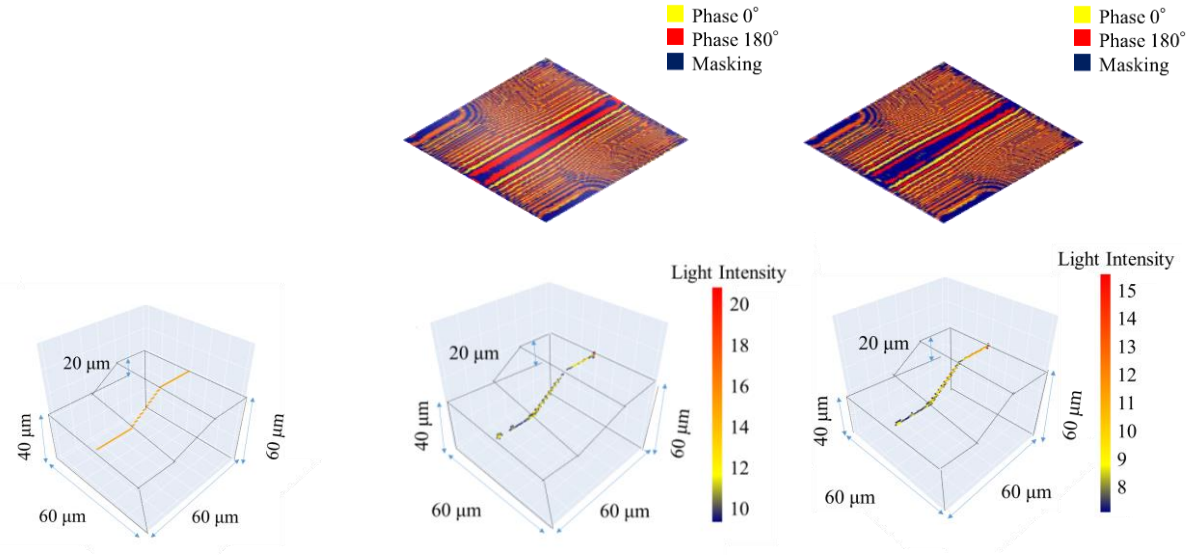
2) 最適化手法　全空間中の結像強度分布と、目的とする三次元構造の光強度分布を比較し、その差を打ち消すように新たに複素振幅を調整したシードを配置することにより、目的とする三次元構造の光強度分布に収束するまでシードの配置と複素振幅を繰り返し修正した。

3）結果 ここでは、コンピュテーショナルリソグラフィによる空間中の露光強度分布を計算することにより、段差基板上のラインパターンについてその効果を検証した例を示す。20 μm の段差基板上に、線幅 100 nm のラインパターンを、露光波長 365 nm で結像させることを試みた。Figure 1. (a)に目的とするパターンを示す。ここでは、目標パターンを矩形のシードに分割し、これを初期値とした。Figure.1 (b)に、最適化前の BILM の複素透過率(二値化したもの)と、これを用いて露光した光強度の空間分布を示す。段差底部で、干渉によるパターンの欠落がみられるほか、パターン線幅が乱れている。Figure.1 (c)に、最適化後の BILM パターンと、これを用いて露光した光強度の空間分布を示す。パターンの欠落や強度分布の乱れが解消され、線幅 1 μm 前後の連続したパターンが得られた。このように、通常の縮小投影露光では不可能な深い焦点深度と解像度を持つ三次元露光の可能性が検証できた。報告では、多様な三次元パターンへの適用と、その適応限界についても述べる。

謝辞　本研究の一部は、科研課題　「三次元フォトリソグラフィ」の成果である

参考文献

[1] N. Ueda, et al., J. Vac. Sci. Technol. B 32 (2014) 06F702.
[2] T. Tanaka, et al., Microelectronic Engineering 158 (2016) 85.



a)　Target pattern (seeds)　　b) Without optimization　　c) Optimized BILM

Figure 1: BILM pattern (Upper) and 3D images (lower) on step coverage by single shot exposure (λ=365 nm, line width=100 nm).