

一方向照明の適用による放物面鏡投影露光レジストパターンの改善

Improvement of Resist Patterns Projected by the Parabolic Mirror System

Using the One-sided Illumination

東京電機大工 ○堀内 敏行, 小林 宏史

Tokyo Denki Univ. Toshiyuki Horiuchi and Hiroshi Kobayashi

E-mail: horiuchi@cck.dendai.ac.jp

1. まえがき

中心開口回転放物面鏡を対向させた光学系による立体面への大パターン投影露光リソグラフィを提案し、基礎検討を進めて来た。そして、外径約 140mm、高さ約 50mm の玩具マジックミラー光学系により、フィールド中央の直径約 6mm の範囲に 200 μ m の 1:1 ラインアンドスペース(L&S)パターンを形成した^{1,2)}。しかし、パターン形成できた範囲は、投影光像を観察した結果より狭かった。一因は露光フィールド内の露光照明光の強度不均一のためと推察されたものの、不解像部に L&S のパターン痕が残らない部分があることが不可解であった。そのため、光線追跡と実験によりパターン形成の特徴をより詳しく検討し、改善を試みた。

2. 投影パターンに対する照明の影響の検討

これまで、顕微鏡照明用のリングライト(中心波長 450nm)によりフィールド中央を目掛けて全方位的に照明していた。しかし、光線追跡計算の結果、図 1 に示すように、下ミラー開口上の光軸から距離 x の点 P から $A_R B_R P_R'$ の経路で進むときの像面上の到達点 P_R' と $A_L B_L P_L'$ の経路で進むときの到達点 P_L' とが隔たることが分かった。 $r=35$ mm の位置で反射する場合の到達点位置 x_R' と x_L' を比較した結果を図 2 に示す。図より、レチクルの中心から約 3mm 以上離れた原図パターンは、方向の異なる照明光が像点で同一点に結像しないことが分かる。L&S パターンでは像がずれると明暗のコントラストが取れず全体が中間的な光強度となり、L&S のパターン痕が残らないことが理解できる。そ

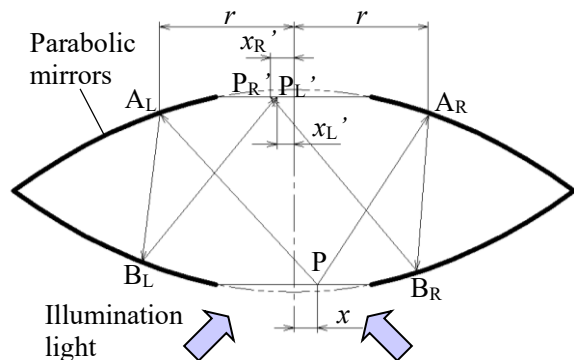


Fig. 1 Ray-trace analyses of the projection optics.

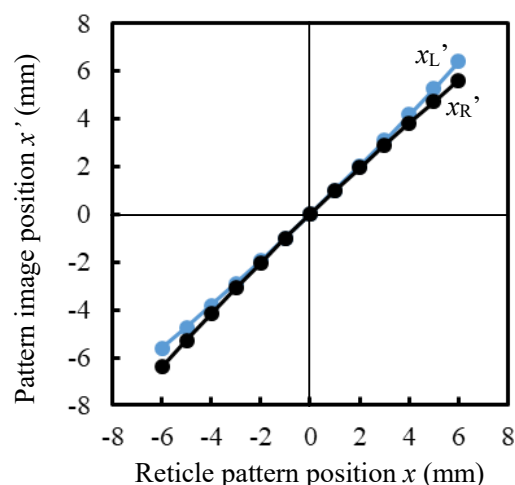
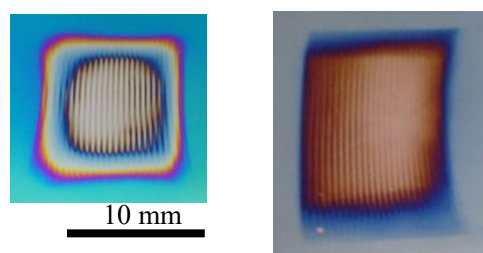


Fig. 2 Image position shifts caused by the ray paths.

のため、全方位照明を止め、左下から右上への一方向のみから照明することを考えた。

3. 露光実験

リングライトの左側部分だけを光源とし、10 mm 角内の 200 μ m の 1:1 L&S パターンを転写した結果を図 3 に示す。照明むらや漏れ光に未対処であるが、フィールド全域にパターン形成でき、形状歪みも小さいことが分かった。



(b) Illumination from all directions.

(a) One-sided Illumination.

Fig. 3 Improvement of patterning performance.

4. まとめ

照明方法の変更により、対向放物面鏡投影露光のパターン形成特性を大幅に改善できることが分かった。

- 1) T. Horiuchi and H. Kobayashi, Proc. SPIE **11908**, 1190808 (2021).
- 2) T. Horiuchi and H. Kobayashi, Abst. MNC2021, 29A-3-4 (2021).