

四列屈折率分布型レンズアレイの使用によるパターン線幅異方性の解消

Problem Solving of Directional Pattern Width Difference in Projection Exposure

Using a Four-Line Gradient Index Lens Array

東京電機大学, ○堀内敏行, 鈴木岳, 小林宏史

Tokyo Denki Univ.

○Toshiyuki Horiuchi, Takeru Suzuki and Hiroshi Kobayashi

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

1. まえがき マイクロレンズアレイや流体デバイスなどの最小寸法が $10\mu\text{m}$ オーダーの大パターンを数 mm~数 10 mm 角の露光領域で形成する低廉安価な露光装置として、屈折率分布型レンズアレイを用いた走査投影露光装置を開発中である。コピー用などに量産されている長さ 200~300mm のレンズアレイを用いれば、幅広の露光領域を容易に確保でき、走査すれば、長辺はステージのストローク次第で任意に長く取れる。自作した二列のレンズアレイを用いた露光装置を用いた検討により、走査(主走査: X 方向)と直角の方向すなわちレンズアレイの配列方向にレンズアレイを往復動(副走査: Y 方向)させながら走査露光を行えば、線幅 $10\mu\text{m}$ 以下の 1:1 ライン&スペース(L&S)まで均一に形成できることが分かった¹⁾。しかし、パターン形成特性を詳しく調べた結果、X, Y 方向でパターン線幅が若干異なることが明らかになった^{2, 3)}。本報告では、二列レンズアレイを用いた場合のパターンの方位特異性と四列レンズアレイを用いて方位特異性の解消を試みた結果について述べる。

2. 二列屈折率分布型レンズアレイの転写特性 二列レンズアレイ(要素レンズ径: 1.1mm、レンズ長さ: 16.29mm、作動距離: 7.86mm、Y 方向アレイ幅: 195.5 mm)を用いて Fig. 1 に示す構成とし、紫外光源(住田光学, LS-165UV)により露光した。レジストとしては約 $1\mu\text{m}$ 厚のポジ型 THMR-ip3300 (東京応化工業)を用い、主走査: 0.33-0.42 mm/s、副走査: 6 mm/s、副走査往復距離: 2mm とした。照明条件はインコヒーレント照明である。

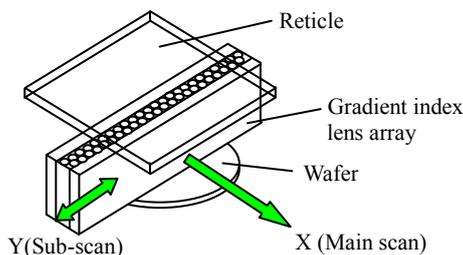


Fig. 1 Scan exposure using a gradient index lens array.

Fig. 2 に、 $20\mu\text{m}$ L&S のパターン方向に対する線幅の相違を示す。副走査(Y)方向の L&S パターンの方が、主走査(X)方向の L&S よりラインパターン線幅が狭くなる。これは、Y 方向は、要素レンズが多数並んでいるので、パターンからの光がほぼ全部レンズアレイに取り込まれるのに対し、X 方向は、二列だけなので、レンズアレイに取り込まれずに失われる光線が生ずるためと考えられる。X 方向のパターンは Y 方向より露光量が少なくなるので、ポジ型レジストの残しパターンの線幅が広くなる。

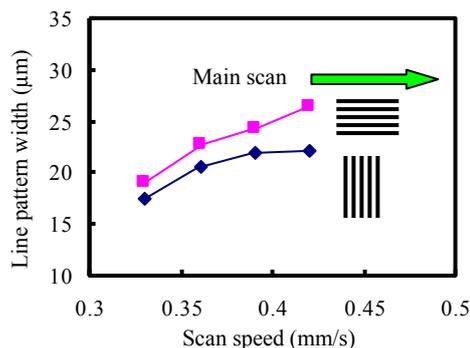


Fig. 2 Directional width difference for 2-line lens array.

3. 四列レンズアレイによる転写特性の改善 レチクルから X 方向に進むレンズアレイに入ることができない光線を減らすため、四列レンズアレイ(要素レンズ径: 1.1mm、レンズ長さ: 14.75mm、作動距離: 16.63mm、Y 方向アレイ幅: 246mm)の適用を試みた。走査条件は、主走査 0.64-0.73 mm/s、副走査: 12 mm/s、副走査往復距離: 2mm とした。同じ $20\mu\text{m}$ L&S パターンに対する線幅の相違を Fig. 3 に示す。X 方向、Y 方向の L&S パターンの線幅はほぼ同じとなり、方位特異性をなくすことができた。

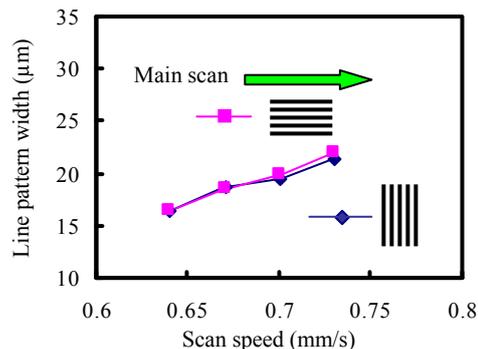


Fig. 3 No directional width difference for 4-line lens array.

4. むすび 屈折率分布型レンズアレイ走査投影露光において、X 方向、Y 方向でパターン線幅に差が出る不都合は、四列レンズアレイの適用によりほぼ解消できた。

本研究の一部は、東京電機大学大学総合研究所一般研究 Q11T-01 として行なった。

- 1) H. Kobayashi and T. Horiuchi: Jpn. J. Appl. Phys. **47**, 5702 (2008).
- 2) 鈴木岳, 小林宏史, 堀内敏行: 2011 年度精密工学会東北支部学術講演会講演論文集 p. 39 (2011).
- 3) T. Horiuchi, T. Suzuki and H. Kobayashi: Dig. MNC 2012, 2P-11-110 (2012).