

屈折率分布型レンズアレイを用いた走査投影露光の 解像度と均一性低下原因の検討

Investigation of Resolution and Homogeneity Degradation in Scan Projection Exposure

Using a Gradient-Index Lens Array

○佐藤貴紀、堀内敏行 (東京電機大院工)

○Takanori Sato, Toshiyuki Horiuchi (Grad. Sch. Eng., Tokyo Denki Univ.)

E-mail: 14kmm27@ms.dendai.ac.jp

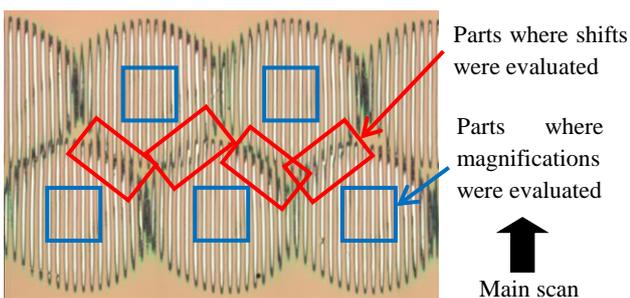
1. 緒言

屈折率分布型レンズアレイを投影レンズとして走査する広範囲露光装置を開発中である。しかし、レンズアレイを固定して露光すると、隣接する要素レンズ間で転写されるパターンにずれが生じ、パターンの向きによってずれ量が異なることが分かった^{1,2)}。このずれが走査露光時にパターンのむらや解像度の低下を招いていると考えられる。本報ではパターンずれの原因として要素レンズの投影倍率の均一性を検討した。

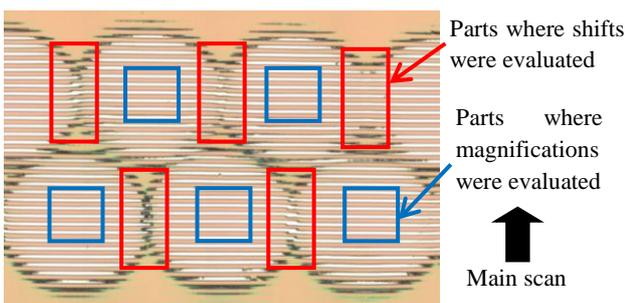
2. パターンずれ原因の検討と投影倍率の評価

パターンずれが発生している原因を調べるため、要素レンズ毎の投影倍率の相違に着目した。投影倍率が異なれば隣り合う要素レンズにより転写されるパターンの位置がずれる。

そこで、ずれが発生している箇所としていない箇所と投影倍率に違いがないかを調べるため、ポジ型レジスト THMR-iP3300 (東京応化工業) を約 $1\mu\text{m}$ 厚に塗布して $30\text{-}\mu\text{m}$ L&S パターンをレンズアレイを走査させずに露光した。光源は中心波長 365nm 、 330W のランプ光源 (インブリッジ工業, UVB-300) である。主走査方向に対して平行な L&S (平行パターン)、垂直な L&S (垂直パターン) の転写例とパターンずれと投影倍率の評価位置を Fig. 1 に示す。測定場所は平行パターンで大きいパターンずれが集中している箇所と大きいパターンずれが少ない箇所とした。



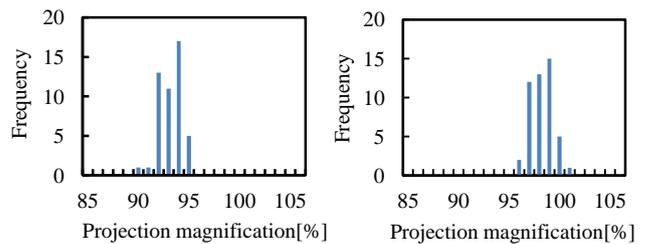
(a) Patterns in parallel to the main scan.



(b) Patterns in perpendicular to the main scan.

Fig. 1 Parts used for evaluating shifts and magnifications.

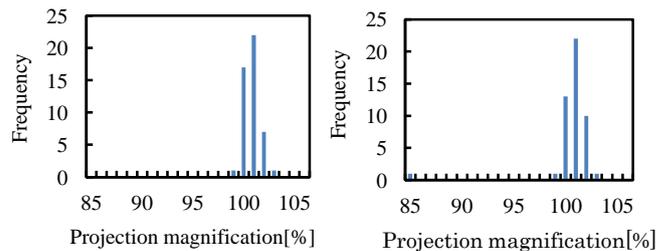
垂直パターンも同じ箇所を測定した。倍率は 6 ピッチ分の実測値を $60\mu\text{m} \times 6 = 360\mu\text{m}$ で割った値とした。平行パターンと垂直パターンの測定結果を Fig. 2 と Fig. 3 に示す。平行パターンでは、大きいパターンずれの多い箇所 (ずれ絶対値の平均 $23\mu\text{m}$) で倍率が 98% 付近、大きいパターンずれが少ない箇所 (ずれ $10\mu\text{m}$) で 93% 付近となった。有意水準 5% で検定した所、有意差があり平行パターンでは投影倍率がパターンずれに影響を与えているといえる。また垂直パターンではずれが大きい場所 (ずれ $8\mu\text{m}$) とずれが小さい場所 (ずれ $7\mu\text{m}$) とで倍率の差が少なかった。これは垂直パターンは倍率の影響が少ない場所で評価したためと考えられる。しかし、それでもずれが生じており、倍率以外にも要因があると考えられる。



(a) Place with shifts of $10\mu\text{m}$

(b) Place with shifts of $23\mu\text{m}$

Fig. 2 Magnification distribution of parallel patterns.



(a) Place with shifts of $8\mu\text{m}$

(b) Place with shifts of $7\mu\text{m}$

Fig. 3 Magnification distribution of perpendicular patterns.

3. 結言

パターンずれの原因を検討し、要素レンズの投影倍率の分布が原因の一つであることが分かった。

本研究の一部は東京電機大学総合研究所課題 Q15T-03 として行った。

参考文献

- 1) 佐藤貴紀, 堀内敏行: 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, p. 07-037 (2014).
- 2) T. Sato, T. Horiuchi: Digest of papers, Photomask Japan 2015, p. 42 (2015).