

平面レチクルを用いた対向放物面ミラー立体投影露光の可能性

Feasibility of Stereophonic Parabolic-Mirror Projection-Exposure Using a Flat Reticle

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. はじめに

放物面ミラーを上下に対向させて下ミラーの開口に置いた曲面レチクル上の 50~500 μ m パターンを上ミラーの開口に置いた同じ曲面形状の試料に転写する立体面投影露光を提案した¹⁾。そして、レチクルをコリメート光により一方向から照明することにより露光範囲を大幅に拡張でき²⁾、スプーン面に立体露光できることを示した³⁾。しかし、曲面状レチクルの作成は容易ではなく、利用上の障害になる懸念がある。そこで、平面レチクルにより曲面上にパターン形成ができないかを検討した。

2. 曲面レチクルパターンのウエハへの転写

透明スプーンの凹面に形成した小鳥パターン、凸面に形成した銀杏の葉パターンを曲面レチクルとして、図 1 に示すように、スプーンの凸面、凹面に各々転写することができた。

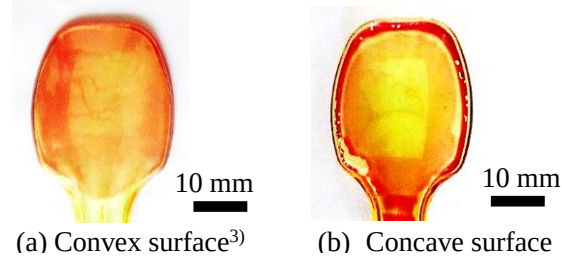


Fig. 1 Patterns normally printed using parabolic-mirror optics on convex and concave surfaces.

一方、平面レチクル上の 200 μ m ライン&スペースパターンを Si ウエハ上に ± 0.5 mm 以上の焦点深度で形成できたため³⁾、当該光学系は焦点範囲が非常に深いと考え、パターン部分の深さ範囲が夫々 1~1.5mm あるスプーン凹凸レチクルのパターンを平面 Si ウエハに転写してみた。その結果、図 2 に示すように、どちらの場合も鮮明にパターン形成できた。

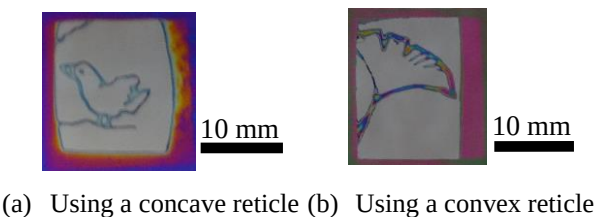


Fig. 2 Patterns printed on silicon wafers using convex and concave spoon reticles.

3. 平面レチクルパターンの曲面への転写

レチクル(物体)とウエハ(像)は共役の関係にあり、物体と像の位置を交換しても像が形成できるはずなので、平面レチクルパターンを曲面に転写できると思えた。そこで、平面レチクルパターンを曲面物体面に転写してみた。転写時のパターン変形がよく分かるように、2mm 間隔、線幅 200 μ m の正方格子パターンを用いた。また、パターン形成の可否とともに、パターン形成可能範囲も明らかにするため、直径 32mm の大円内に格子パターンを有するレチクルを用い、上ミラーの開口を 17 $\times$ 15mm² の長方形に設定して転写を試みた。試料としては深めの白色プラスチックスプーンを用いた。結果を図 3 に示す。レジストが一部に残っているが、均一化を図ればかなり広い範囲に転写できそうである。平面レチクルでも曲面にパターン形成し得ることが分かった。

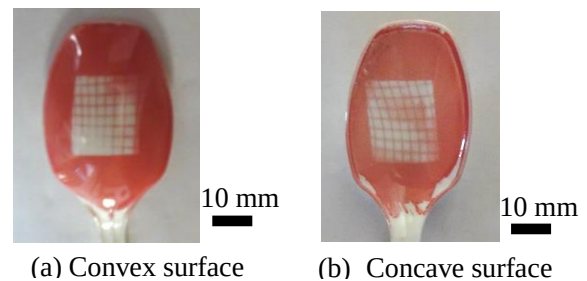


Fig. 3 Patterns printed on convex and concave spoon surfaces using a flat reticle.

4. まとめ

曲面状レチクルを使用しなくても通常の平面レチクルで曲面物体面にパターンを転写できる見通しを得た。曲面状レチクルが必須であると技術を利用する上でネックになる懸念があった。しかし、その懸念を払拭できた。

本研究の一部は科研費基盤研究 C 20K05293 および湘南インスツルメンツからの研究奨励寄付金により行った。

- 1) T. Horiuchi and H. Kobayashi: JJAP **61**, SD1042 (2022).
- 2) T. Horiuchi, J. Iwasaki and H. Kobayashi: IOSR-JAP, **14**, Issue 5 II, pp. 12-20 (2022).
- 3) T. Horiuchi, J. Iwasaki and H. Kobayashi: Abst. MNC 2022, 11P-4-1(2022).