

ナノインプリントにおけるレジスト収縮による形状予測とその補正

Study on profile correction for resist shrinkage in nanoimprint lithography

大阪府立大 院 工学研究科

飯田 達矢, ○渡辺 謙太, 安田 雅昭, 川田 博昭, 平井 義彦

Osaka Pref. Univ. Graduate School of Eng., Sakai, Japan

Tastuya Iida, ○Kenta Watanabe, Masaaki Yasuda, Hiroaki Kawata, Yoshihiko Hirai

E-mail: hirai@pe.osakafu-u.ac.jp

1)はじめに ナノインプリントプロセスにおいては、熱およびUV ナノインプリント双方において、レジストの収縮が発生する。このため、成形後のレジストパターン形状が、モールドパターン形状とは異なる。この差異は、ナノサイズのパターンでは顕在化しないが、マイクロサイズのパターンでは顕在化する恐れがある。我々は、パターン形状の変化に対して、パターン幅の誤差(CD エラー)について、寸法誤差予測モデルと補正方法について既に報告した[1]。ここでは、レジスト収縮によるパターン形状の予測についてのモデルを提案し、計算機解析により検証した。

2)形状予測モデル レジストは基板に固着しているとして、等方的に一定割合で収縮が生じるものとして、断面が矩形パターンについて解析した。Fig.1に解析系を示す。有限要素法により、弾性体の単純収縮によって生じる形状を、様々なアスペクト比 A (パターンの縦横比)について計算し、パターン上面と側壁の形状を関数近似し、それらの関数の係数について、アスペクト比依存性を調べた。これにより、任意の矩形形状パターンに対する収縮後の形状予測が可能となる。パターン上面は、深さ方向に一定の収縮が生じ、その際に両端が拘束されるとすると、パターン高さ $U_y(x)$ は、

$$U_y(x) = ax^2 + c$$

と近似できる。

一方、側壁は、基板界面が固定されて高さ方向に実効的な収縮率が增大するとして、パターン幅 $S_x(y)$ は指数関数的に漸近しながら収縮し、

$$S_x(y) = a(1 - \exp(-y/\beta))$$

と近似できる。ここで a は、収縮率によって定まる。これらの形状関数の係数値のアスペクト比依存性をさらに関数近似することにより、任意の矩形形状にたいする収縮後の形状が予測できる。

このモデルにより、アスペクト比が 1.0 のパターンに対して、10%の収縮に対して、約 0.05%程度の精度で収縮後の形状が再現できることが、有限要素法による解析との比較三角で検証できた。同様の手法により、断面が曲面ならびに形状のパターン、さらに直方体、球面などの三次元形状の収縮についても形状予測ができることがわかった。

3)収縮補正 抽出した形状関数 $U_y(x)$, $S_x(y)$ に基づき、収縮後の形状が、設計形状となるようにモールド形状を補正し、収縮後のレジスト形状を計算機シミュレーションによって検証した。Fig.2にその一例を示す。収縮率 10%の収縮に対して、モールドの補正を行なうことにより、形状誤差を約 0.29%程度(σ 値)に抑えることができた。

[1] A. Horiba, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 06FJ06.

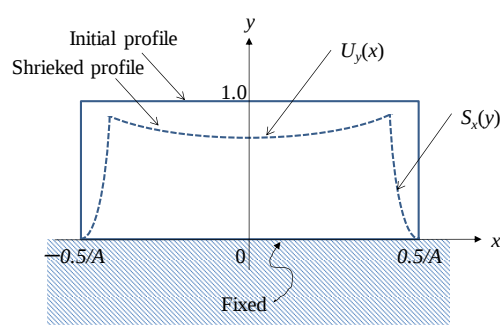
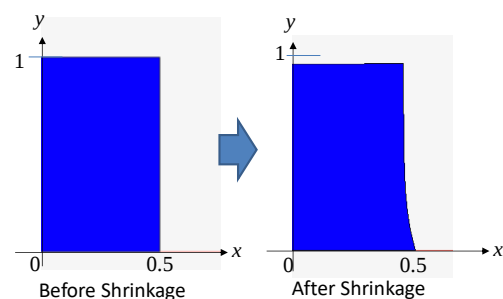
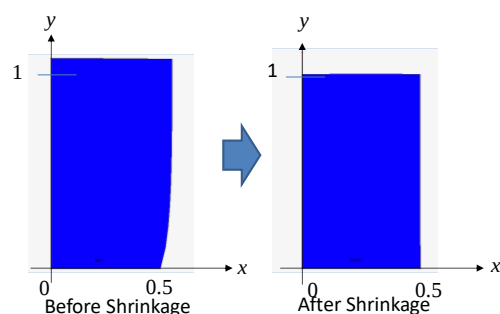


Fig.1. Schematics of the analysis system



a) Without mold correction ($\sigma=0.10$)



b) With mold correction ($\sigma=0.0029$)

Fig.2. Computational study on the mold profile correction (Liner shrinkage 10%)