

ミニマルマスクレス描画装置における リソグラフィー解像度の均一性制御 (II)

Control of the Uniformity of Lithography Resolution in Minimal Mask-less Exposure System (II)

ミニマルファブ技術研究組合¹, PMT², 産総研³,

○北山侑司¹, 吉岡昌男^{1,2}, 入田亮一^{1,2}, 三宅賢治^{1,2}, クンプアン ソマワン^{1,3}, 原史朗^{1,3}

MINIMAL¹, PMT², and AIST³

○Yuuji Kitayama¹, Masao Yoshioka^{1,2}, Ryouichi Irita^{1,2}, Kenji Miyake^{1,2},
Sommawan Khumpuang^{1,3}, and Shiro Hara^{1,3}

E-mail: yuji.kitayama@minimalfab.com

【はじめに】我々は、多品種少量生産に適した半導体デバイス製造システムとして、ハーフィンチウエハ($\phi 12.5\text{mm}$)を製造単位とするミニマルファブ構想を提唱し、その開発を進めている^[1]。その基幹となる露光については、リソグラフィーを迅速に実行可能なマスクレス描画方式である DLP (Digital Light Processing) 方式を採用している。この装置における露光は次の手順で行う。光源として UV-LED (i 線 365nm) を用い、これを DMD (Digital Mirror Device) という $10.8\mu\text{m}$ 角のミラーがフル HD (1920×1080 ピクセル) の画素数分並ぶ素子で反射させる。それを $1/21.6$ に縮小することでミラーを $0.5\mu\text{m}$ 角に縮小投影しつつ、ウエハ上にスキャンしながら描画する。リソグラフィー工程では、ウエハ上で均一な描画結果が得られることが重要であるが、実際には投影される露光量にばらつきが存在する。DMD を利用したデジタル露光であるため、画素 1 つ 1 つのばらつき補正が重要である。我々の露光システムでは個々のミラーの反射量のばらつきを個別に補正する、“明るさマップ”という補正機能を有している。ここでの課題は、その個々のミラー毎の補正量をどのようにして得るのかということである。従来はラインアンドスペースの露光結果のばらつきを目視で判断して、補正量をハンドメイドで補正していたので精度に問題があった。前回の応物学会では、触針式段差計を使用した補正方法を示した^[2]。これまで、 $2\mu\text{m}$ の L/S パターンの形状の露光量依存性を測定してミラー露光量を推定してきたが、L/S のライン部分のみミラー部分だけしか自動補正できない問題があった。今回は、全ミラーの補正を自動で行う方法を考案したので報告する。

【実験】図 1 にウエハ上にレジストで形成する L/S パターンを示す。L/S パターンを $2\mu\text{m}$ ずらして交互に配置することで、全てのミラーの露光量を推定できるようにした。ミニマル装置を用いてハーフィンチウエハ上に厚さ約 $1\mu\text{m}$ のレジスト膜を作成し、 $2\mu\text{m}$ の L/S パターンを形成する。形成した L/S パターンを触針式段差計により膜厚測定し、レジスト膜厚と露光量の関係から、補正計算を行うことで明るさマップの補正数値を得る。その後、補正した明るさマップを使用して再度レジストパターンを形成し、レジスト膜厚の測定を行い、ばらつきを評価した。次に、補正計算において対象のミラーとその両隣のミラーの 3 点で平均化しスムージングした明るさマップを用いて評価した。

【結果及び考察】明るさマップによる露光量補正前後でのレジスト膜厚を図 2 に示す。未補正の時は、1 スキャンの幅内で、レジスト膜厚のばらつきが 12.2% だったが、補正を行うことで 2.3% へと改善できた。また、補正するミラーと前後のミラーの計 3 点で平均化しスムージングすることで、更にばらつきが 2.2% まで改善した。詳細については当日報告する。

【参考文献】

[1] クンプアン, 原, ミニマルファブにおけるデバイスプロセス開発事例 クリーンテクノロジー 23 (12), 11-14 (2013)

[2] 北山, 遠江, 石井, 入田, 三宅, クンプアン, 原: 「ミニマルマスクレス露光装置によるリソグラフィー解像度の均一性制御」第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 20a-B4-8 (2013)

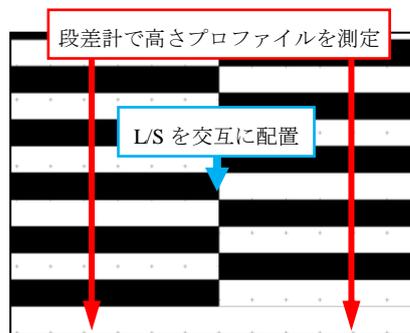


図 1 使用する $2\mu\text{m}$ L/S パターン (CAD)

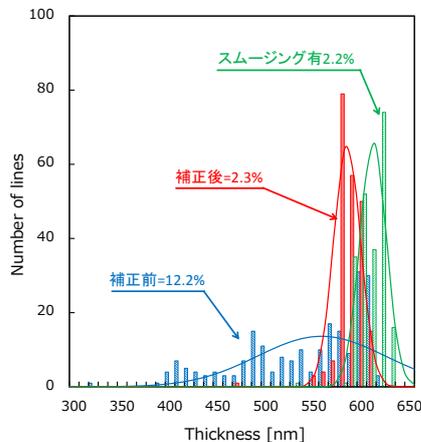


図 2 ミラー露光量補正前後のレジスト膜厚のばらつき