

ミニマルマスクレス描画装置における リソグラフィ解像度の均一性制御

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

ミニマルファブ技術研究組合¹, PMT², 産総研³,

°北山侑司¹, 遠江栄希¹, 石井好恵^{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, Haruki Toonoe¹, Yoshie Ishii^{1,2}, Ryouichi Irita^{1,2}, Kenji Miyake^{1,2},
Sommawan Khumpuang^{1,3}, and Shiro Hara^{1,3}

E-mail: yuuji.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、ハーフィンチウェハ($\phi 12.5\text{mm}$)を最小の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、リソグラフィを迅速に実行できるマスクレス描画方式を採用している。この装置では DLP (Digital Light Processing) 方式を用いる。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 $1/20$ に縮小することでミラーを $0.54\mu\text{m}$ 角に縮小投影しつつ、ウェハ上にスキャンしながら描画する。リソグラフィ工程では、ウェハ上で均一な描画結果が得られることが重要であるが、これまでは収差やミラーの反射率のバラつきなどに起因した露光量のバラつきがあった。前回の発表では、明るさマップという露光量を補正するパラメータを導入することで露光量のバラつきを抑えることを示した。しかし、明るさマップの生成には 1920 ピクセルのミラーライン 1 ピクセルずつを光量調整しなければならない。このため、 1 ピクセルずつ露光結果を見て、明るさマップの指定光量を勘所により 1 ピクセルずつ調整するという多大なトライアンドエラーを要するという課題が残されていた²。そこで、今回はレジストパターンを触針式段差計を用いて、 1 ピクセルずつの形状を測定し、ピクセル単位のレジスト膜厚と露光量との関係性を半定量的に明るさマップへフィードバックすることで、露光量の均一化を図った。今回は、このときの結果について報告する。

【実験】まず、ハーフィンチウェハ上に厚さ約 $1\mu\text{m}$ のレジスト膜を作成し、ミニマル装置を用いて L&S (Line and Space) のパターンを形成する。このときのレジストパターンの膜厚を触針式段差計で測定する。次に、この結果を元に、ラインの膜厚の薄い部分では露光量を減らす方に、スペースにレジスト膜が残っている部分では露光量を増やす方に、明るさマップへフィードバックを行う。その後、再度レジストパターンを形成し、触針式段差計で測定を行う。この作業を繰り返し行うことで、レジストパターンでの露光量が均一になるように最適化を行った。

【結果及び考察】明るさマップを調整する前および、調整した後に作成したレジストパターンの光学顕微鏡画像と明るさマップを図 1 に示す。図からわかるように、明るさマップを調整することにより、 $2.16\mu\text{m}$ の L&S において、露光の均一性が改善された。明るさマップの詳細や触針式段差計による測定方法の詳細、フィードバックの詳細については当日報告する。

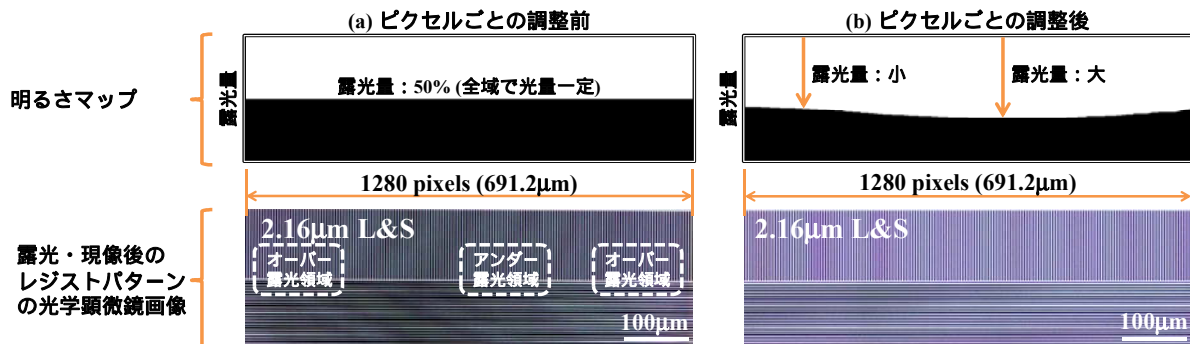


図1 露光量の(a)ピクセルごとの調整前および、(b)ピクセルごとの調整後に作成したレジストパターン ($2.16\mu\text{m}$ L&S) の光学顕微鏡画像と明るさマップ

【参考文献】

- [1] 原史朗, 前川仁, 池田伸一, 中野禪: 「ミニマルファブシステムの構想と実現に向けて」, 精密工学会誌 77(3), 249 (2011).
- [2] 入田亮一, 三宅賢治, 梅山規男, クンプアン ソマワン, 原史朗: 「マスクレス描画装置のミニマル化」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 28a-G6-3(2013).