

ポイント・アレイ方式を用いた高分解能マスクレス露光の評価

Evaluation of high-resolution maskless exposure using point array method

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産総研², (株)大日本科研³

○北山 侑司¹, 竹田 宣生³, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹, AIST², and DNK³

○Yuuji Kitayama¹, Nobuo Takeda³, Somwan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

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、ハーフィンチウエハ($\phi 12.5\text{mm}$)を製造単位とするミニマルファブを提唱し、その開発を進めている^[1]。特に露光装置は、各種半導体製造装置のなかで重要な装置のひとつである。そのため、我々はマスクアライナーや DLP (Digital Light Processing) 方式のマスクレス露光装置など、複数の露光装置の開発を同時に進めている。

なかでも、直接描画を行う DLP 方式を用いたマスクレス露光装置は、高額なマスクを製造する必要がなく、マスク製造に関わるコストや開発期間を必要としないなどのメリットがある。しかし、DLP 方式のデメリットとして、描画に用いられている DMD (Digital Micromirror Device) の画素ごとのデジタル解像度の限界が描画結果に反映されてしまう点がある。具体的には、図 2(a)で示すように、斜め線や曲線などを描画したとき、パターンのエッジに 1 画素ごとの段差が現れてしまう。そのため、例えば光導波路などではエッジ部の滑らかな形状が得られるかどうかことが重要であるため、問題となってしまう。その解決策として、ポイント・アレイ方式という、DMD の画素一つ一つをマイクロレンズ・アレイでスポット光に集光し、さらに僅かに傾けてスキャンすることで実際の DMD 素子よりも高分解能で露光する方式がある^[2]。

今回我々は、ポイント・アレイ方式を採用した高分解能ミニマルマスクレス露光装置 ((株)大日本科研が開発) を用いてレジストパターンを形成し、斜め線や曲線のエッジが滑らかに描画できているかについて評価を行ったので報告する。

【実験】 図 1 にポイント・アレイ方式の概略図を示す。マイクロレンズ・アレイで集光したスポット光の大きさは約 $0.6\mu\text{m}$ であり、DMD をウエハ走査方向から傾けていることにより、 50nm ピッチという高い分解能で描画を行うことが出来る。実験では、ハーフィンチウエハ上にフォトリソを塗布し、露光・現像後、その形状を顕微鏡で観察し評価した。

【結果と考察】 図 2(b)に示すように、ポイント・アレイ方式で描画したレジストパターンの曲線部には、図 2(a)で見られたようなデジタル描画に起因する段差は見られなかった。この結果から、光導波路のようなエッジ形状に性能が左右されるようなデバイスの作製において、本露光方式が大変有効であることが分かった。

【参考文献】

[1]原史朗, クンプアンソマワン, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).

[2]Fumitaka Nakajima, "Maskless lithography using point array technique for fine patterns", Proc. SPIE 9658, Photomask Japan 2015, (July 9, 2015)

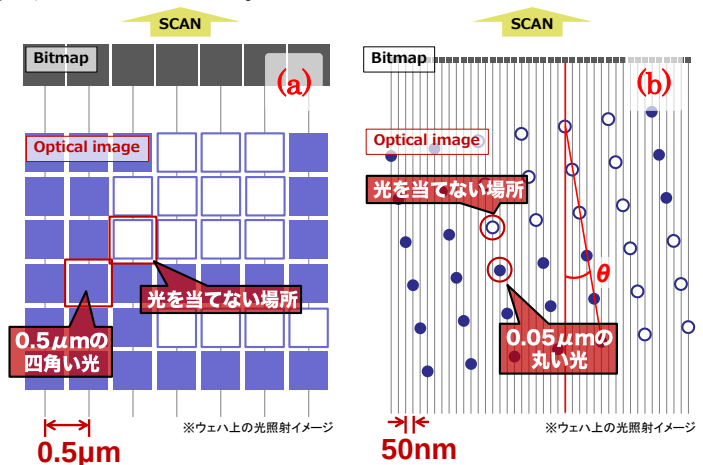


図 1 (a) 従来方式と (b) ポイント・アレイ方式の概略

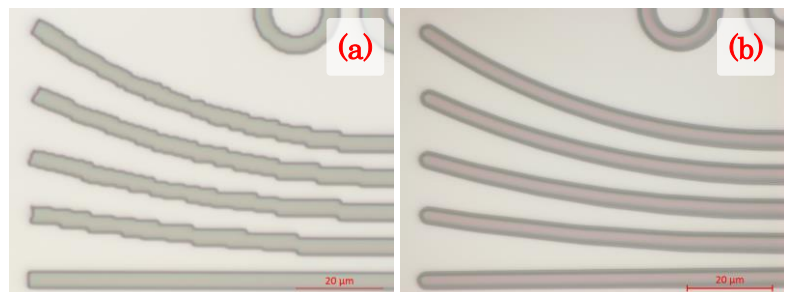


図 2 DLP 露光による曲線レジストパターン形状の比較
(a) 従来方式 (b) ポイント・アレイ方式