

ミニマル装置を使用したリソグラフィ工程の変動要因の解析 (Ⅱ)

Fluctuation factor analysis of a lithography process with MINIMAL equipment (Ⅱ)

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産総研²

○北山 侑司¹, 奥田 修史¹, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹, and AIST²

°Yuuji Kitayama¹, Syuuji Okuda¹, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

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を提唱し、その開発を進めている¹。ミニマルファブでは、製造装置内に局所クリーン環境を構築しているため、クリーンルームを必要としない。たとえば、オフィス等にも設置することができ、必ずしも工場を建てる必要が無い。そのため最小限の投資で半導体製造を行うことが出来る。

そこで問題となるのが、クリーンルームと違い温度や湿度など環境制御が十分になされていないことによるプロセスへの影響である。特に、リソグラフィ工程は環境変化による影響を受けやすく、敏感に処理結果が変動してしまう。そのため、ミニマル装置内の環境を、安定した処理結果が得られるように制御する必要がある。そこで、ミニマル装置で制御する必要のあるプロセス変動要因を見極めることを目的として実験を行った。

従来の報告では、比較的小さな温湿度領域での影響しか調べられていない。たとえば、文献[2]では、図1中Aの領域に示す小さな温湿度領域で実験されている。それは、クリーンルームの温湿度が、この温湿度領域で固定されているからである。そこで前回、温湿度を大きく変化させて実験を行い、そのときのレジスト膜厚の変化を測定したところ、レジスト膜厚の変化が谷のように見える領域が現れたことを報告した³。今回は、更に広い温湿度範囲で実験を行い、より詳しいデータを取得したのでその結果を報告する。

【実験】 実験には、ミニマルコーターを使用する。温度制御には、処理室全体を変化させるため、室内エアコンの吹き出し冷気をコーターまでダクトで導いた。また、ドライエアーと超純水でバブリングしたエアーの混合気体を、ULPA フィルターを通して装置内へ導入することにより湿度制御を行った。温度範囲は約 $17^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ 、湿度範囲は約 $0 \sim 60\%$ までの範囲で変化させた。このような非常に広い範囲で温度及び湿度を変化させながら、そのときのフォトレジストのコーティング膜厚の変化を調べた。

【結果と考察】 図1に示すように、非常に広い温湿度領域でレジスト膜厚の膜厚変動は、 $8.9\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.5\text{nm}/\text{湿度}\%$ であり、また、膜厚一定条件下では、 $3.8 \text{ 湿度}\%/^{\circ}\text{C}$ であることが見いだされた。前回の報告で見られたような、レジスト膜厚の変化が谷のように見える領域は見られないため、前回の実験では実験方法に誤りがあったことが分かった。前回の実験では、温湿度及びカップ排気速度が不安定で制御できていなかったことが原因であったことが判明した。今回得られた結果から、温湿度領域によらず、温湿度の膜厚への影響度合いはほぼ一定であることが見いだされた。

【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]T.Yada, T.Maejima, M.Aoki, "Formation of a Positive Photoresist Thin Film by Spin Coating: Influence of Atmospheric Humidity", J.Appl.Phys, vol.36, pp.7041-7047 (1997).
- [3]北山侑司, 奥田修史, 東野泰英, 寶池広由, 原史朗, クンプアンソマワン, 「ミニマル装置を使用したリソグラフィ工程の変動要因の解析」, 応用物理学会, (2015).

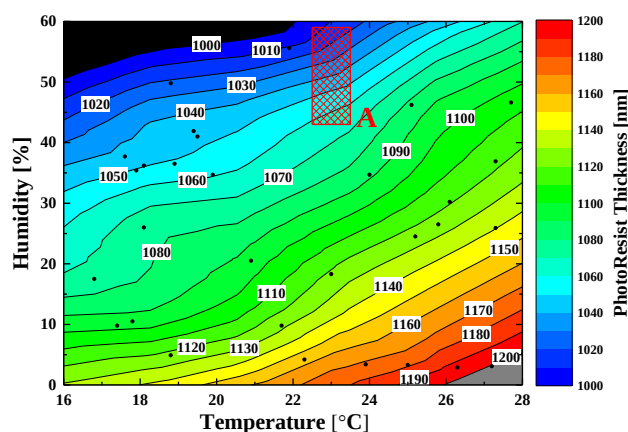


図1 温湿度とレジスト膜厚の関係