

ミニマルコータを用いた各種レジストの塗布プロセスの検討

Study of Coating Process for Various Photo-resists using Minimal Fab Coater

1 ミニマルファブ推進機構, 2 産業技術総合研究所

○中道 修平¹, 田中 宏幸², 居村 史人², 野田 周一², クンプアソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹ and AIST²

Shuhe Nakamichi¹, Hiroyuki Tanaka², Fumito Imura², Shuichi Noda², Somwawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: shuhe-nakamichi@minimalfab.com

【背景・目的】産総研と一般社団法人ミニマルファブ推進機構ファブシステム研究会では、ハーフィンチサイズ($\phi 12.5$)のウェハを用いた生産システムであるミニマルファブの開発を進めてきた。その中でウェハ上にフォトレジストを塗布するコータは、CMOS デバイス、リングオシレータ等の作製プロセスにおいてレジスト上に数ミクロン幅の配線パターン等を形成する目的で主に使用されてきた[1]。この場合に使用されるフォトレジストは、コートされたレジスト膜厚が $1\ \mu\text{m}$ 以下となるような粘度の低いものである。今後は、ミニマルファブを用いて微細化を進めてゆくと、コーティングプロセスも高解像度に対応したものにすべきで、レジストも高解像度対応のものを使うべきである。その場合レジスト厚さを薄くするためレジスト液の CP(粘性)値はさらに低くなる傾向にある。一方、最近ミニマルファブでは MEMS 向けに厚膜レジストを使用する用途が増えている。この場合、厚膜にするために CP 値がかなり高いレジストを使うことになる。このように、ミニマルファブでは、高解像度化で CP 値が低いものから、厚膜向けで CP 値が高いものまでのフルラインナップに対応しなければならない。その場合一つ一つのレジストで条件だしを行うというやり方よりも、CP 値に対して、口径の小さなハーフィンチウェハがどのようなスピニングコーティング挙動を示すのかという、統一的な理解が有用である。実際のところ、我々が使用しているハーフィンチウェハは、そのサイズの小ささからスピニングコート時に十分な遠心力を得ることが難しい。また同様に寸法的な問題からエッジ部のリンス処理が難しいなどの制約があり、それらのレジストを使って如何に均一にコーティングするが大きな課題となっている。これらの課題を統一的に理解し解決方法を見出すべきである。以上を念頭に、今回、我々は厚膜レジストや高解像度レジストの膜厚均一性向上の実験を行い、実際に均一性の良い特性が得られたのでその結果について報告する。

【実験と結果】ミニマルコータでは、通常は以下のプロセスを装置内で実施して、レジストのコーティング処理を行っている。

- ①ウェハ表面への HMDS 蒸気暴露(レジストの密着性向上)
- ②レジストをウェハに滴下し、ウェハを高速回転させてレジストをコーティング③ウェハエッジ部から $0.3\ \text{mm}$ 程度の幅で余分なレジスト液をリンス液にて溶解しながら除去
- ④余分な有機溶剤成分を蒸発するためブリーク。

今回の実験では、標準レジストとして OFPR5000 (CP=23, $\sim 1\ \mu\text{m}$)、厚膜レジストとして AZP4620 (CP=400, $\sim 5\ \mu\text{m}$)、高解像度レジストとして TDMR-AR80 HP (CP=5, $\sim 0.5\ \mu\text{m}$)を用いた。レジスト滴下時の回転数は $1,000\ \text{rpm}$ 刻みで $2,000\ \text{rpm}$ から $8,000\ \text{rpm}$ までとした。実験結果をレジスト膜の平均膜厚とウェハ面内のレジスト膜厚均一性として図 1 に示す。膜厚のばらつきを標準偏差 (1σ) として、この 1σ が一番低い値の時の条件を各レジスト毎に比較すると、CP 23 では回転数 $7,000\ \text{rpm}$ の時に膜厚 $871.1\ \text{nm}$ 、標準偏差 $3.2\ \text{nm}$ 、CP 400 では回転数 $8,000\ \text{rpm}$ の時に膜厚 $4918.8\ \text{nm}$ 、標準偏差 $102.7\ \text{nm}$ 、CP 5 では回転数 $7,000\ \text{rpm}$ の時に膜厚 $646.4\ \text{nm}$ 、標準偏差 $4.4\ \text{nm}$ が得られた。

次に得られた標準偏差をその時の膜厚で割った値を平坦度(%)として縦軸、各レジストの粘度を横軸に取ってプロットしたものを図 2 に示す。湖水の水面よりも氷面の方が粗さ大きいという観点では、レジストの粘度に比例して平坦度が悪くなるはずであるが、CP 23 の平坦度が一番良く、高解像度レジスト CP 5 の平坦度の方が若干であるが悪い結果となった。これは、図 1 のグラフから回転数 $6,000\ \text{rpm}$ 以上では、CP 5 の標準偏差が CP 23 よりも悪くなっていることから、スピニング途中でレジスト膜の乾燥が進んで外周部の膜厚が厚いまま固まってしまったことが原因と現時点では考えている。全体として、ミニマルファブでは、高解像度系から高粘性の厚膜系まで、幅広く対応できることが改めて確認された。当日は、ミニマルファブのレジストコーティングプロセスについて、詳細を議論する。

〈参考文献〉[1] S. Khumpuang, IEEJ Trans. Sensors and Micromachines, 133, 272(2013).

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP12004)の結果得られたものです。

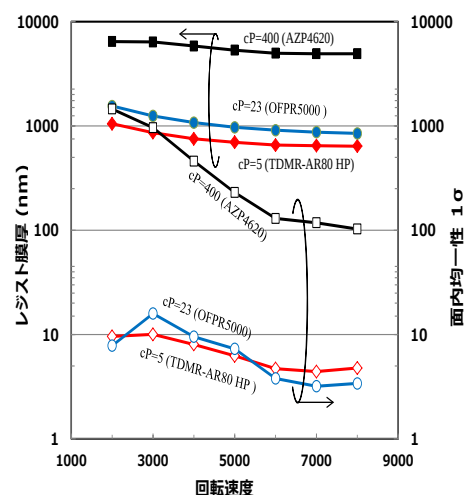


図 1 2,000rpm から 8,000rpm の範囲でコーティングした 3 種類のレジスト膜の膜厚と面内均一性: 1σ の分布。

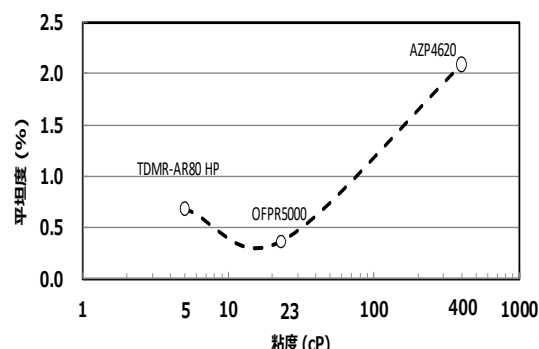


図 2 3 種類のレジスト膜の粘度を横軸、それらのレジスト膜の平坦度(%)を縦軸として表示。粘度 23 の時に平坦度が一番良い結果となっている。