

円盤型ノズルを用いた オゾン水洗浄システムの開発

SATテクノロジー・ショーケース2013

■ はじめに

半導体製造のプロセス工程におけるフォトレジスト除去では、熱濃硫酸などの薬液が用いられ、環境負荷が問題となっている。対策として、環境負荷の小さいオゾン水を用いる洗浄が提案されているものの、洗浄能力は熱濃硫酸の場合と比較して劣る。そこで著者らは、円盤型ノズルを用いてオゾン水を注流する枚葉式スピン洗浄を提案している^{(1), (2)}。この場合、2.0 mm 間隔の円盤間における流動構造が洗浄速度に寄与すると考えられる。本報告では、円盤間の隙間における流動特性と、流動が洗浄速度に与える影響を調べることを目的とし、オゾン水を用いたレジスト洗浄実験および円盤間流動の数値解析を行った結果について報告する。

■ 実験手法および解析手法

1. レジスト除去実験手法

シリコンウェハのフォトレジスト除去に用いられるノズルの概略を図1に示す。(a)は従来の円筒型ノズルである。また、ノズル射出部にガラスの円盤を取り付けた(b)が円盤型ノズルであり、円盤間に液膜を形成しながら洗浄を行う。洗浄対象として、ポジ型フォトレジスト膜(THMR-iP3300)を膜厚1.0 μm で塗布した8インチシリコンウェハを用い、回転円盤上に設置する。洗浄液として濃度140 mg/Lのオゾン水を使用し、流量を1.0 L/minとする。固定円盤直径は125 mm、回転円盤の直径は250 mmであり、回転数300 rpmとする。ノズルと回転円盤の間隔を2.0 mmとする。

2. 円盤間流動解析手法

OpenFOAMによる数値解析を行った。非圧縮・非定常解析ソルバpisoFOAMを使用し、低レイノルズ数型 $k-\epsilon$ モデルによる乱流解析を実行した。解析対象は実験体系を模擬した二重円盤間であり、上側の固定円盤、下側の回転円盤、流入条件を与える流入部、大気開放条件の流出部から構成される。計算格子数は83 (r) \times 80 (θ) \times 20 (z)とした。また、円盤間に静止流体が満たされ、内部圧力が大気圧の状態を初期条件として与え、解析を実行した。

■ レジスト除去結果と流動構造

1. レジスト除去結果

90秒間のレジスト除去処理後の残存膜厚分布を図2に示す。この結果より、円盤型ノズルを用いることで、洗浄効果が2倍程度に向上することが示された。また、円盤型ノズルの結果から、流入部から離れるにつれてレジスト除去量

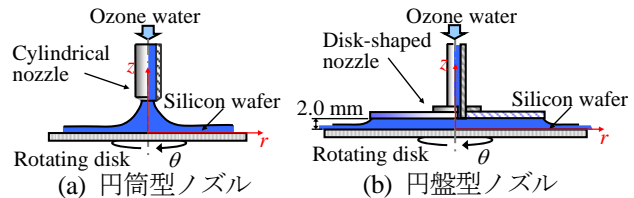


図1 フォトレジスト除去に用いる洗浄ノズル

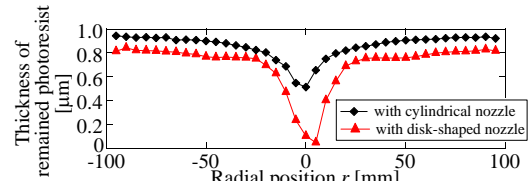


図2 フォトレジスト除去分布

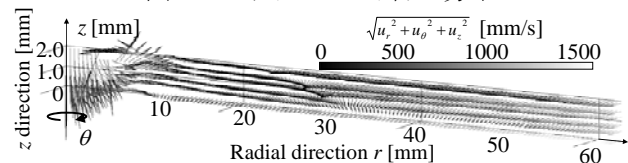


図3 回転するウェハと円盤型ノズル間の流動構造

は減少している。この結果は、円盤間における流動構造の影響であると考えられる。

2. 数値解析による洗浄時流動解析

解析により得られた円盤間流動を図3に示す。ベクトルは $r-z$ 断面内における三成分流速を表している。 $r = 0.0$ mm 付近から流入した流体が、流入部付近において渦構造を形成している様子が確認できる。また、 $r = 20$ mm から $r = 30$ mm の位置を境界にして、半径方向正方向への流動が、回転方向流速が支配的な流動に遷移する様子がみとれる。以上の結果から、円盤間において流動方向が遷移する遷移位置が存在しており、遷移位置よりも外側の領域においては、中心部と比較してレジスト除去速度が劣ることが明らかになった。

■ 参考文献

- (1) 阿部豊ほか“フォトレジスト除去装置”特許第5006111号、
- (2) 阿部豊ほか“フォトレジスト除去方法”特許第5006112号

■ 謝辞

本研究は産学官連携研究開発推進事業の支援を受けて実施した成果である。ここに記して感謝の意を表す。

代表発表者 阿部 豊 (あべ ゆたか)
 所属 筑波大学 システム情報工学研究科
 構造エネルギー工学専攻
 問合せ先 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1
 筑波大学 第三エリア F棟 3F323室
 TEL: 029-853-5266 FAX: 029-853-5266
 abe@kz.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) 半導体洗浄
 (2) 円盤型ノズル
 (3) 高濃度オゾン水