

プロセス履歴のチャンバー壁表面損失確率への影響と H₂/N₂ プラズマ中のラジカル密度の時間変化

Influence of process history on radical surface loss probabilities in H₂ / N₂ plasma and its temporal change

名大院工¹鈴木俊哉¹, °福永裕介¹, 竹田圭吾¹, 近藤博基¹, 石川健治¹, 関根 誠¹, 堀 勝¹Nagoya University¹Toshiya Suzuki¹, °Yusuke Fukunaga¹, Keigo Takeda¹, Hiroki Kondo¹,Kenji Ishikawa¹, Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹E-mail: suzuki.toshiya@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

近年、フィードバックやフィードフォワード制御などを使って自動的にプロセス条件などを変更制御するアドバンスドプロセス制御(APC)が、ウェハー間及びロット間の加工精度を向上させる技術として期待されている。ここで、イオン、ラジカル、中性粒子密度などのプラズマ内部パラメータはチャンバー壁表面の状態に影響を受け変化することは一般的に知られているが、それら粒子と内壁の相互作用は複雑でありほとんど理解されていない。例えば、プラズマ点火直後から基板やチャンバー内壁表面の温度が変化し、気相の活性種やエッチング生成物に影響を与える。特にチャンバー壁の表面状態はラジカル損失確率の変化を通して、気相のラジカル密度に大きく影響を及ぼすと考えられる^[1]。そこで、内部パラメータをリアルタイムに制御し、信頼性の高い生産技術を構築するためには、ラジカル損失確率を含む壁表面の挙動を理解する必要がある。

近年、吸収分光法や質量分析法などを用い、分子ラジカルの表面損失確率^[2]や原子ラジカルの表面損失確率^[3]が報告されているが、プロセス中での表面損失確率の変化を評価した報告はない。そこで本研究では、チャンバー壁の表面状態を意図的に変化させた後、H₂/N₂ プラズマ中の粒子密度をリアルタイム計測し、直前のプロセス履歴がプラズマ中のラジカル密度変化へ与える影響を調査した。

2. 実験及び結果

真空紫外吸収分光法(Vacuum Ultra Violet Absorption Spectroscopy : VUVAS)を用いて H および N ラジカルの絶対密度を計測した。用いた遷移線は、H の Lyman α 線(121.6 nm)および、N の $2s^2 2p^3 - 2s^2 2p^2(3P)3s$ (120.0 nm)である。また、チャンバー壁でのラジカル損失確率は、適宜プラズマを停止し、プラズマ消灯直後からのラジカル密度の減少時定数を計測し、その値から計算して求めた。実験条件は、総ガス流量を 100 sccm として、全圧を 35 Pa に維持した。H₂/N₂ 混合ガスの場合は流量を 75/25 sccm とした。アンテナ電極へ 350 W の RF 電力を印加してプラズマを生成した。まず、(a)H₂/N₂ エッチングプロセスと同条件のシーズニング(2 分間)、(b)H₂ プラズマ(2 分間) (c)N₂ プラズマ(2 分間)、(d)チャンバーの大気曝露(2 時間)を行い、それぞれの後に H₂/N₂ プラズマを生成し、ラジカル損失確率の時間変化を調べた。

それぞれの前処理プロセス後に H₂/N₂ プラズマを暴露した時の暴露時間に対するラジカル損失確率の時間変化を図 1 に示す。前プロセスが(a) H₂ プラズマの場合、H ラジカルは 5.2%、N ラジカルは 4.0%のままと変化は見られなかった。しかしながら、(b) N₂ プラズマ及び、(c) 大気曝露の場合には、ラジカル損失確率が H ラジカルはそれぞれ(b) 6.3%、(c) 5.2%へ増加、N ラジカルはそれぞれ(a) 4.3%、(c) 4.0%へ増加し 300 秒~600 秒かけて徐々に減少しシーズニングと同程度の数値で一定になる結果となり、表面損失確率は前のプロセスに依存する結果となった。

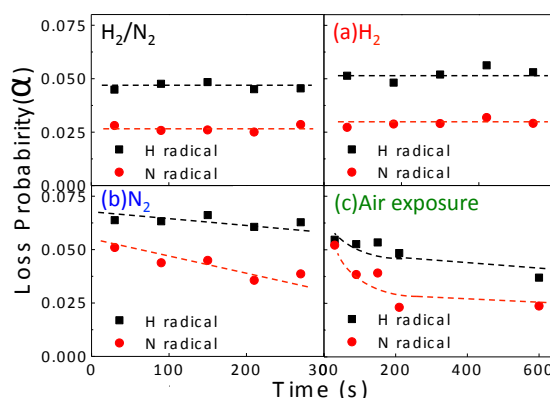


Fig.1 Surface loss probabilities for nitrogen and hydrogen atom radicals in the H₂/N₂ plasma after (a) H₂ plasma, (b) N₂ plasma, and (c) air exposure.

参考文献: [1] 関根 誠, 堀 勝; Plasma Fusion Res., **85** (2009) 193.

[2] M. Posseme, T. Chevolleau, T. David, M. Darnon, O. Louveau, and O. Joubert, J. Vac. Sci. Technol. B **25** (2007) 1928.

[3] C. S. Moon, K. Takeda, M. Sekine, Y. Setsuhara, M. Shiratani, and M. Hori: J. Appl. Phys. **107** (2010) 113310.