

プロセスプラズマにおける原子状ラジカルの表面反応計測

[著者名] 竹田圭吾¹、平松美根男¹、堤 隆嘉²、石川健治²、堀 勝²

[所属略称] ¹名城大学、²名古屋大学

半導体デバイス製造をはじめ、機械・電気部品の製造工程で広く利用される低温プラズマを用いたプロセス技術は、材料表面で生じる荷電粒子や反応活性種（ラジカル）の反応によって実現される。プラズマを制御し、プロセス技術の更なる高度化・高精度化を実現するには、プラズマ中の荷電粒子およびラジカルの定量的な挙動を理解することが極めて重要である。本研究では、上記ラジカル種のうち原子状のラジカル種に注目し、真空紫外吸収分光法[1]による原子種の定量計測技術を用いて、プロセスプラズマ中の材料表面上におけるそれら粒子の表面損失確率の分析に関する研究を行っている。今回、プロセスプラズマにおいて材料表面の水素原子の表面消失確率を実計測の結果をもとに見積もった結果について報告する。

本研究で使用した装置は、真空チャンバーに誘導結合型プラズマ（ICP）源とそれから 300 mm の位置に配置した直径 200 mm の SUS 製ステージ（円形）、そして、マイクロ放電ホローカソードランプ（MHCL）を光源とした VUVAS システムを備えている。計測対象である ICP は水素ガスを流量 50 sccm で導入し、圧力を 5~10 Pa とした条件下において、コイルアンテナに RF パワー（13.56 MHz）を印加し生成した。本装置において MHCL から放出される水素原子の Lyman α 線（波長：121.56nm）をステージ直上部に入射し、その透過光強度から ICP 内の水素原子の密度を算出できる。実験では MHCL から放出される VUV 光が通過するステージ上の位置を変化させ、ステージ上の水素原子密度の空間分布を計測し、その空間分布からミルンの境界条件[2]を用いてステージ表面での水素原子の表面損失確率を推定した。また、同条件下におけるステージに入射するイオンのエネルギーおよびそのフラックス量を、リターディングフィールドエネルギー分析装置（Impedans Ltd.社製）を用いて計測し、イオン照射による上記の表面損失確率への影響を分析した。それらの結果、水素原子に対するイオンのフラックス比が大きくなるとともに水素原子の表面損失確率は上昇し、一定上では飽和する傾向がみられた。以上は、材料表面へのイオン照射により水素原子の再結合反応などの表面反応に影響を与えた結果であると考えられる。

[1] S. Takashima et al., J. Appl. Phys. 90, 5497 (2001).

[2] 菅井秀郎, プラズマエレクトロニクス (オーム社, 東京, 2000).

[講演者略歴（招待講演者のみ）]

竹田圭吾（名城大学理工学部電気電子工学科 教授）

2007 年名古屋大学大学院工学研究科博士課程を修了後、同大学の研究員、大学院工学研究科助教を経て、2017 年より名城大学理工学部電気電子工学科に准教授として着任、2021 年に同大学の教授となり、現在に至る。

主な研究分野は反応性プラズマ内の活性種計測とその気相・表面反応機構の解明。これまでの微細加工・薄膜堆積用低压プラズマの研究に加え、医療・バイオ応用に向けた大気圧プラズマの分析に関する研究にも従事している