# 18a-C2-8

## プラズマによる H と N ラジカルの表面損失確率の変化

Surface loss probabilities of H and N atoms in H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> mixture gases

## - 名大院工 <sup>1</sup>○鈴木俊哉,竹田圭吾,近藤博基,石川健治,関根誠,堀勝

### Nagoya University °Toshiya Suzuki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori

### E-mail: suzuki.toshiya@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

#### <u>はじめに</u>

微細加工を1nm以下精度で実現するには、エッチング特性の直接決定因子である内部パラメー タ(基板温度やプラズマ中ラジカル密度、電子密度等)の高精度制御が必要である<sup>[1]</sup>。例えば、 プラズマ点火直後から基板温度は急激に変化し、気相の活性種密度はエッチング生成物やチャン バー壁表面の影響を受けており、ラジカルの壁での損失確率がチャンバー壁の表面状態の影響が 指摘されてきた<sup>[2]</sup>。しかしながら、ラジカル損失確率のリアルタイム変化は調べられておらず、 この変化の理解が要求されていた。本研究では、チャンバー壁表面の状態が変化した場合に、H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> プラズマ中のラジカル密度を *in-situ* で計測して、ラジカル表面損失確率が履歴によってどのよう に変化するのか調べてきた。

#### 実験

 $H_2/N_2$ プラズマの消灯直後のHとNのラジカル密度の減衰過程を真空紫外吸収分光法(Vacuum Ultraviolet Absorption Spectroscopy: VUVAS)を用いて計測し、壁表面でのラジカル損失確率を見積 もった。プラズマ条件は、 $H_2/N_2$ ガス流量比75/25、総流量100 sccm、全圧を2.0 Paとして、アンテ ナに VHF 電力350 Wをパルス印加して生成した。計測した $H_2/N_2$ プラズマ生成の前には、同条件 のシーズニング工程(2分間)、または $O_2$ プラズマ処理(2分間)、チャンバーの大気曝露(2時間)と 履歴を変化させて計測を行った。なお、VUVASは、HのLyman  $\alpha$ 線(121.6 nm)および、Nの $2s^2p^3$ -  $2s^22p^2$ (3P)3s (120.0 nm)を計測した。チャンバー内壁はステンレス鋼である.

#### 結果

履歴の異なるチャンバー壁での H と N のラジカル損失確率( $\alpha$ ) は図 1 のように得られた。シ ーズニング、(a) チャンバーの大気曝露、(b) H<sub>2</sub>プラズマ処理、(c) N<sub>2</sub>プラズマ処理の履歴によっ て  $\alpha$  が異なることがわかる。H<sub>2</sub>プラズマでは  $\alpha$  の変化が見られなかったものの、大気曝露ならび に N<sub>2</sub>プラズマの履歴をもつ場合には、ラジカル損失確率が H ラジカル((a) 0.052, (c) 0.063)、N ラジカル((a) 0.004, (c) 0.043%) とともに増加が見られた。

#### 考察

N<sub>2</sub>プラズマ処理後や大気暴露後のチャンバー 壁の表面損失確率が、H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>プラズマや H<sub>2</sub>プラ ズマ処理後に比べ大きくなった結果として、以下 の要因の相互作用が考えられる。

- (1) N<sup>+</sup>やN<sub>2</sub><sup>+</sup>などの質量の高いイオンによる壁へ のイオン衝撃
- (2) N 原子 (120.2 nm)や H 原子(121.7 nm)から 放出される真空紫外領域の光
- (3) 壁へのガスの吸着

(1)、(2)はタングリングボンドなどの欠陥の形成 し、(3)は表面の変質が、損失確率増加への要因 として考察される。



Fig.1 Surface loss probabilities for nitrogen and hydrogen atom radicals in the H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> plasma after (a) air exposure, (b) H<sub>2</sub> plasma, and (c) N<sub>2</sub> plasma.

参考文献: [1] 堀 勝;応用物理 74 1328 (2005). [2] 関根 誠, 堀 勝; Plasma Fusion Res., 85, 193-198 (2009).