マイクロ波励起水蒸気プラズマにおける ラジカル発光強度分布とレジスト除去速度の面内分布の検討 Investigation of Radical Radiation Intensity Distribution and

Photoresist Removal Rate Distribution in Microwave Excited Water Vapor Plasma

金沢大自然 ^〇相澤 洸, 櫻井 匡, 石島 達夫, 田中 康規, 中野 裕介

Kanazawa Univ., ^OTakeshi Aizawa, Tasuku Sakurai, Tatsuo Ishijima, Yasunori Tanaka, Yusuke Nakano E-mail: t-aizawa@stu.kanazawa-u.ac.jp

【背景と研究目的】

半導体製造の前工程におけるレジスト除去工程では, 薬液処理法及び酸素プラズマアッシング処理法が主流で あるが,それぞれの手法には課題がある。我々は,新規 レジスト除去の手法としてマイクロ波励起の水プラズマ アッシング法¹¹の研究開発を進めている。水プラズマアッ シング法では,高速なフォトレジスト除去およびイオン 注入されたレジスト除去が可能である。しかし,本手法 にはレジスト除去速度の面内均一性に課題がある。本報 では,マイクロ波の変調条件を変更して,2次元発光分光 計測によるラジカル発光強度の空間分布について検討し た。

【実験方法】

本研究で用いた実験装置を Fig. 1 に示す。半導体発振 方式の 2.45 GHz マイクロ波電源を用いてプラズマ生成を 行った。導波管の終端に Si 製のアンテナを設置した。チ ャンバーに超純水を少量導入し、スクロールポンプによ り減圧することでチャンバー空間内を飽和水蒸気で満た した。マイクロ波の平均電力は Pavg=40 W とし、無変調 (CW)あるいは矩形波変調とした。発光分光計測は、分光 器, ICCD カメラ、バンドパスフィルタを用いて行った。 チャンバー側壁に設けた石英製の観測窓と分光器の間に レンズを設置し、プラズマの発光様相を 2 次元画像とし て取得した。バンドパスフィルタは半値全幅 10 nm、中心 波長 310 nm、656 nm、780 nm の 3 種類とした。これらの フィルタを用いて基底状態に遷移する OH ラジカル (OH(A), 308 nm)、Ha(656 nm)、O 原子(O(⁵P), 777 nm)の発 光強度分布について検討した。

【結果と考察】

Fig. 2 に各種フィルタを用いて取得した発光強度分布 を示す。プラズマ生成条件は P_{peak}=200 W, DF=20%とし た。Fig. 2(a)より, OH ラジカルの発光はアンテナから広 範囲に拡がる傾向を示した。また, OH の発光はアンテナ から z~2 mm の位置で最も強くなった。一方, Fig. 2(b), (c)より水素原子,酸素原子からの発光はアンテナ直下に おいて最も強いことが分かった。このように,励起状態 の OH ラジカルと O, H ラジカルの発光分布の様相は大き く異なる。これより,アンテナ近傍の高温の電子が存在 する領域では,電子衝突による解離励起が OH(A)の主要 な生成反応となるのに対し,低い電子温度を有する電子 の割合が増加する領域では,解離再結合による OH(A)生 成反応が寄与しているためであると推定される^[2]。

Fig. 3 に強度分布より得られた半値全幅のピーク電力依存性を示す。半値全幅は強度の最大点をx軸の中心として、x, z方向への広がりを検討した。Fig. 3 より、どの発光種においても P_{peak} が増加するとx方向の広がりが大きくなることが分かる。一方、z方向への広がりは P_{peak} によらずほぼ一定であった。これは、マイ



Fig. 2 Optical emission images using bandpass filters of (a)310 nm, (b)656 nm and (c)780 nm at P_{peak} =200 W, *DF*=20%



Fig. 3 Full width at half maximum (FWHM) of radiation intensity distribution as a function of microwave peak power

【参考文献】

- [1] T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Tanaka, Y. Uesugi, Y. Goto, and H. Horibe : Appl. Phys. Lett., 103(2013)142101
- P. Bruggeman, et al.: Plasma Source Sci. Technol. 19 (2010)015016.