

異なる希釈ガスを用いた RF 低圧テトラメチルシランプラズマにおける電極への入射ラジカルの質量分析

Mass Spectrometric Study on Incident Radicals onto Electrode in Low-Pressure RF Tetramethylsilane Plasmas with Different Dilution Gases

イノベーションサイエンス(株)¹, 千葉工業大学², 名城大学³, 岐阜大学⁴,

○渡邊 泰章¹, 鈴木 駿², 石井 晃一², 小田 昭紀², 太田 貴之³, 上坂 裕之⁴

Innovation Science Co., Ltd.¹, Chiba Institute of Technology², Meijo University³, Gifu University⁴,

○Y. Watanabe¹, S. Suzuki², K. Ishii², A. Oda², T. Ohta³, H. Kousaka⁴

E-mail: watanabe@innovation-science.co.jp

1. 背景

ダイヤモンドライクカーボン (Diamond-Like Carbon, 以下 DLC) 膜の成膜手法として, プラズマ支援化学気相成長 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 法が多く利用されている. この DLC 膜の中でも, 特に Si を含有した DLC 膜 (Si-DLC 膜) は低い摩擦係数を示し^[1], 低摩擦性が要求される自動車部品などの摺動部品への応用が期待されている. このとき, Si-DLC 成膜時のプラズマ生成用ガスとしてテトラメチルシラン (Tetramethylsilane, 以下 TMS) がよく用いられている. ここで, 異なる不活性ガスで希釈された CH₄ プラズマで成膜された DLC 膜は, 希釈ガス種によって成膜速度や膜硬度が変化することが報告されているが^[2], この TMS ガスを異なる不活性ガスでの希釈によるプラズマ特性や DLC 膜特性の変化については明らかではない.

本研究では, He, Ne, Ar という異なる不活性ガスで希釈された TMS ガスを用いて容量結合型 RF 低圧プラズマを生成し, 四重極質量分析装置を用い Si-DLC 成膜に寄与する電極に入射するイオン・ラジカルの測定を行ったので, その結果について報告する.

2. 実験装置および条件

本研究で使用した実験装置は, 円筒形のステンレス製チャンバ (直径 26 cm, 高さ 30 cm) 中に直径 15 cm の平板金属電極を電極間距離 3-5 cm で平行に配置した. このチャンバ内に 3 種類の異なる不活性ガス (He, Ne, Ar) で希釈された TMS (1%) の混合ガスを全ガス流量 20 sccm で導入し, チャンバ内の全ガス圧力 13 Pa で一定とした. その上で, 両金属電極間に高周波電力 50 W を印加してプラズマを生成した. このとき, 接地電極中央に空けた直径 100 μm のオリフィスからプラズマ中で生成されたイオンおよびラジカルを取り込み, エネルギーアナライザ付四重極質量分析装置 (HIDEN ANALYTICAL 社製 EQP-300) を用いて残留ガス分析およびイオンの質量分析を行った.

3. 結果および考察

Fig. 1 および Fig. 2 に He/TMS(1%) プラズマから接地電極中央のオリフィスに入射するイオンおよびラジカル検出量の電極間距離依存性を示す. 本図から, イオン・ラジカルともに電極間距離が広がると入射量が減少することがわかる. これは, 電極間距離が広がることで放電空間内の電力密度が減少し, イオン化や解離などの反応量が減少したためである. Ne や Ar を希釈ガスとした TMS プラズマの計測結果に関しては, 講演当日に報告する.

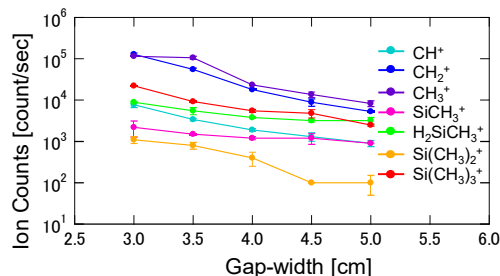


Fig. 1 Gap-width dependence of incident ions onto electrode in He/TMS(1%) plasma

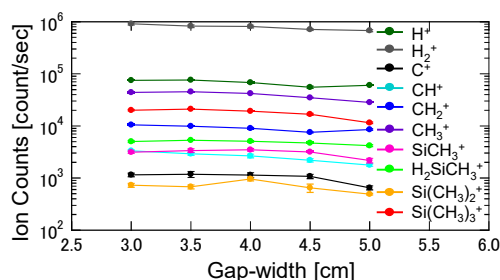


Fig. 2 Gap-width dependence of incident radical neutrals onto electrode in He/TMS(1%) plasma

文 献

- [1] 森 広行 他 : *J. Surf. Finish. Soc. Jpn.*, 59, 6, pp.401–407 (2008)
- [2] Z. Sun, C.H. Lin, Y.L. Lee, J.R. Shi, B.K. Tay, X. Shi, *Thin Solid Films*, 377–378, pp.198–202 (2000)