Si 含有 DLC 成膜用テトラメチルシランプラズマ特性の計測 -プラズマ基礎特性のガス流量依存性-

Measurement of Tetramethylsilane Plasma Properties for Si-containing DLC Coating -Gas-Flow Rate Dependence of Fundamental Plasma Properties-

千葉工業大学[1]，名城大学[2]，岐阜大学[3]

○(M2)大野 祐也[1]，(M1)永井 雅之[1]，(B)鈴木 駿[1]，小田 昭紀[1]，太田 貴之[2]，上坂 裕之[3]

Chiba Institute of Technology[1], Meijo University[2], Gifu University[3]

○Yuya Ohno[1], Masayuki Nagai[1], Shun Suzuki[1], Akinori Oda[1], Takayuki Ohta[2], Hiroyuki Kousaka[3]

E-mail: s1322070nr@s.chibakoudai.jp

1. 背景

ダイヤモンドライクカーボン（Diamond-Like Carbon 以下 DLC）膜の成膜方法にはプラズマ支援化学気相成長(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition，以下 PECVD) 法が多く用いられている(1)．このとき，投入電力・ガス圧力といった外部パラメータをコントロールすることによって PECVD 法で作製された DLC 膜の物体表面の硬さや摩擦係数などの特性を広い範囲で変化させることが出来ることが知られている．特に Si 含有 DLC 膜は各種 DLC 膜の中でも低い摩擦係数を示し(2)，低摩擦性が要求される自動車部品等として期待されている．この時，Si 含有 DLC 成膜にテトラメチルシラン (Tetramethylsilane，以下 TMS)ガスが用いられているが，TMS プラズマ中の反応過程について未解明なものが多く(3)，特に解離過程については明らかになっていないのが現状である．

本研究では，Ar/TMS ガスを用いて，容量結合型 RF プラズマを生成し，本プラズマ中の特性について四重極質量分析装置及びラングミュアプローブ装置を用いて診断を行ったので，その結果について報告する．

2. 実験装置および条件

本研究で実施した実験条件は，縦 25 cm，横 30 cm の円柱形のステンレス製チャンバの中に平行平板電極を用意し，電極間距離を 5.6 cm に固定し Ar (99%)で希釈した TMS (1%)の混合ガスをチャンバ内にガスを流入させガス圧力を 10 Pa とし，高周波電力を 100 W 印加してプラズマを生成した．このとき，ガス流量を 10～50 sccm まで変化させ，プラズマ中で生成された粒子を接地電極中央に設置された直径 100 μm の穴から四重極質量分析装置（HIDEN ANARYTICAL 社製，EQP-300）を用いて測定を行った．さらに本プラズマに対し，ラングミュアプローブ装置（HIDEN ANALYTICAL 社製，ESPION）を用いて電子温度，電子密度の測定も行った．その際，ラングミュアプローブ装置で測定した位置は，プラズマの中央部とした．

3. 結果および考察

Fig. 1 に，ラングミュアプローブ装置で測定した Ar/TMS (1%) プラズマ中の電子温度と電子密度のガス流量依存性を示す．本図より，Ar/TMS (1%) と Ar (100%) と比較を行った．ガス流量を増加させたとき電子温度では 4.2 eV から最大 0.6 eV の減少と大きく変化せず，また電子密度では 2.1×10^{10} cm^{-3} からおよそ 2 倍程度増加した．また Ar (100%) 時と比較した時，ガス流量増加時の傾向が近く，電子密度で 1 eV 高くなったため電子密度では 0.4×10^{10} cm^{-3} 程度低くなった．その他結果については講演当日に報告する．

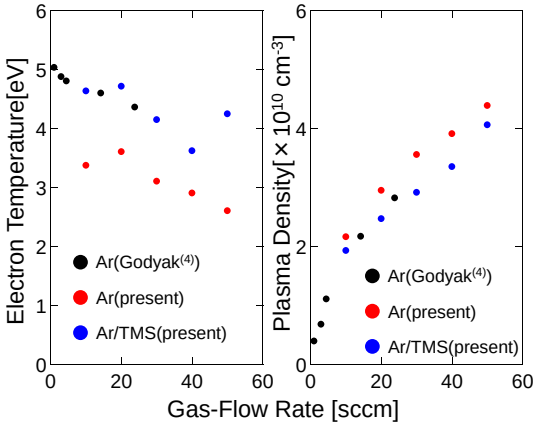


Fig. 1. Gas-flow rate dependence of electron temperature and plasma density

謝辞

本研究は，日本学術振興会・科学研究費補助金 (16H04256)の支援を受けて行われた．ここに感謝を表する．

文　献

(1) 寺山 暢之: PIG プラズマ CVD 法による DLC コーティング技術, *J. Plasma Fusion Res*, 87, pp.548-555 (2011)
(2) 森 広行 他:大気中無潤滑下における DLC-Si 膜の低摩擦特性, *J. Surf. Finish. Soc. Jpn*, 59, pp.401-407 (2008)
(3) R. Basner *et al.*: Electron impact ionization of tetramethylsilane (TMS), *Int. J Mass*, 153, pp65-78 (1996)
(4) V. A. Godyak: Electrical Characteristics of Parallel-Plate RF Discharges in Argon, *IEEE trans. plasma sci*, 19, pp.660-676 (1991)

© 2019年 応用物理学会