

Si 含有 DLC 成膜用テトラメチルシランプラズマ特性へ及ぼす 投入電力の影響の計測

Measurement of Influence of Input Power on Fundamental Properties of Tetramethylsilane Plasmas for Deposition of Si-containing DLC Films

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 Inst. Technol.², Meijo Univ.³, Gifu Univ.⁴,

○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 (以下 DLC) 膜は、高硬度や低摩擦性などの特性を有しており、これらの特性を利用して機械部品や切削工具などのコーティングなど様々な分野に利用されている。この DLC 膜の中でも、特に Si を含んだ DLC 膜である Si-DLC 膜は、従来の DLC 膜に比べさらに低い摩擦係数を実現できることが報告されており⁽¹⁾、低摩擦性が強く要求される自動車部品などの摺動部への応用が期待されている。Si-DLC 膜の成膜方法として、テトラメチルシラン ($\text{Si}(\text{CH}_3)_4$, 以下 TMS) ガスを用いたプラズマ支援化学気相成長法が多く用いられるが、成膜源である TMS プラズマの基礎特性の解析を行っている研究は少ない。そのため、TMS プラズマの基礎特性や TMS プラズマ特性と Si-DLC 膜における Si 含有率の相関関係の理解は重要である。本研究では、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、様々な投入電力時における電極に入射する炭化水素イオンおよびラジカル量の測定を四重極質量分析装置を用いて行ったので、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として、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 4 cm で平行に配置した。このチャンバ内に不活性ガスで希釈された 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 25~150 W を印加して容量性結合プラズマを生成した。このとき、接地電極中央に設けた直径 100 μm のオリフィスから本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(a) および Fig. 1(b) に、様々な投入電力時における接地電極へ入射する炭化水素ラジカル量および Si 含有炭化水素ラジカル量をそれぞれ示す。また、膜表面における反応メカニズム⁽²⁾を用いて、接地電極へ入射するラジカル量から Si-DLC 膜における Si および C 含有率を推定したものを Fig. 2 に示す。Fig. 1 より、Si を含まない炭化水素ラジカル種において増加傾向がみられた。これは、投入電力の増加に伴って TMS や $\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ などの分解が促進され、 CH_3 などの炭化水素ラジカルの生成に寄与するためである。そのため、Fig. 2 に示すように、Si-DLC 膜中の Si 含有率は投入電力の増加に伴って減少している。その他詳細な結果に関しては、講演当日に報告する。

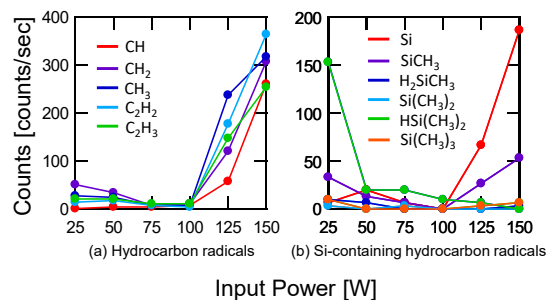


Fig. 1 Input power dependence of (a) hydrocarbon radicals and (b) Si-containing hydrocarbon radicals incident on ground electrode

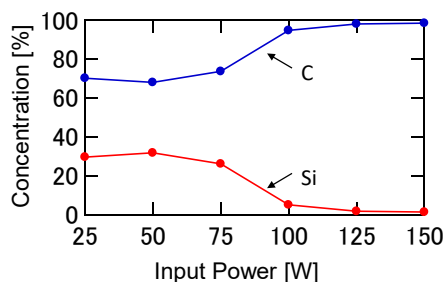


Fig. 2 Composition C and Si in Si-DLC films

文 献

[1] 森 広行 他: *J. Surf. Finish. Soc. Jpn.*, **59**, pp. 401-407 (2008)

[2] A. Soum-Glaude *et al.*, *Diam. Relat. Mater.*, **16**, pp. 1259-1263 (2007)