19a-S9-5

DLC 成膜用容量結合型高周波テトラメチルシラン プラズマのシミュレーション

Simulation of Capacitively-coupled RF Plasmas in Tetrametylsilane for Diamond-Like Carbon Coating

千葉工大 [1]，室蘭工大 [2]，名大院工機械 [3]，名城大理工 [4]

○小田 昭紀 [1]，川口 悟 [2]，佐藤 孝紀 [2]，上坂 裕之 [3]，太田 貴之 [4]

Chiba Inst. Technol. [1], Muroran Inst. Technol. [2], Nagoya Univ. [3], Meijo Univ. [4]

°Akinori Oda[1], Satoru Kawaguchi[2], Kohki Satoh[2], Hiroyuki Kousaka[3], Takayuki Ohta[4]

E-mail: akinori.oda@it-chiba.ac.jp

1. はじめに

ダイヤモンドライクカーボン（Diamond-Like Carbon: DLC）膜は，自動車や機械部品のしゅう動部やペットボトルの内壁コーティングなど幅広い分野で利用が進んでいる．その際，CH_4 や C_2H_2，C_6H_6 などの各種炭化水素ガスによるプラズマ CVD 法が DLC 成膜技術として主に利用されているが，最近，自動車業界を中心としてテトラメチルシラン（$Si(CH_3)_4$, Tetrametylsilane, TMS）ガスが DLC 成膜時の原料ガスとして利用され始めている[1].

本報告では, TMS プラズマ CVD による DLC 成膜において，成膜に寄与する TMS ガス由来の正イオンやラジカル生成を決定する TMS ガスを原料ガスとした際のプラズマの基礎特性の理解を目的として，容量性結合型 RF プラズマの空間 1 次元モデルを構築し, その基礎特性について解析を行ったので, その結果に関し報告する.

2. TMS プラズマのモデリング

本研究で適用したプラズマモデルは, 数密度連続の式，ポアソンの式，電子エネルギー保存式からなる空間 1 次元流体モデルである. 2 cm のギャップを空けた平行平板電極間に TMS ガス（1 Torr, 300 K）が封入されているとし，両電極間に RF（13.56 MHz）電圧が印加されることで電極の径方向に均一なプラズマが生成されるとした．考慮した粒子種は，電子と TMS 由来の 16 種の正イオンとした．反応過程として，電子衝突（励起，付着，電離）と電子ーイオン再結合を考慮した．電子のドリフト速度，拡散係数，衝突レート係数は，川口らが提案した TMS ガスの電子衝突断面積セット[2]を使用し DC 電界下の MCS により事前に計算を行いデータテーブル化して使用した.

3. シミュレーション結果および考察

図 1 に，印加電圧振幅 200 V における TMS RF プラズマ中の電子とイオン数密度の空間分布を示す．本図から，放電ギャップの約 2/3 を占める 2.0×10^9 cm^{-3} の密度を有する TMS プラズマが生成されている．また，本プラズマ中においては解離性電離衝突（閾値 10.8 eV）により生成された $Si(CH_3)_3^+$イオンが主要なイオン種となっており, その数十分の 1 程度の数密度（約 1.0×10^8 cm^{-3}）で $HSi(CH_3)_3^+$や $Si(CH_3)_4^+$イオンが存在している．より詳細な結果は，講演当日に述べる.

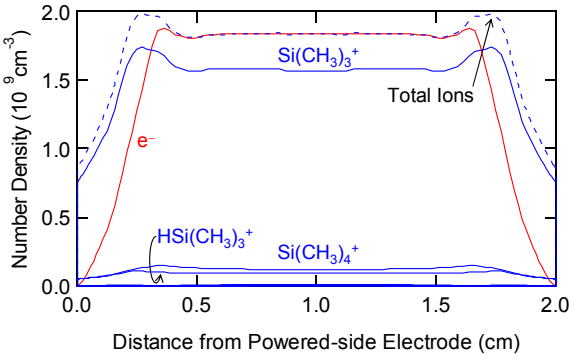

図 1．容量結合型 RF テトラメチルシランプラズマ中の荷電粒子数密度の空間分布

謝辞

本研究の一部は, JSPS 科研費（No. 26420247）, NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業（No. 1106004d）の補助を受けて行われた。

参考文献

[1] H. Mori and H. Tachikawa, Surf. Coat. Technol. 149, pp.224-229 (2002)

[2] 川口 他，第 61 回応物春季学術講演会，17p-F1-10 (2014)

© 2014 年　応用物理学会