

H₂/CH₄ プラズマ CVD モデルにおける H₂ 希釈率が DLC 堆積速度に及ぼす影響の解析

Numerical Analysis of Influence of H₂ Dilution Rate on DLC Deposition Rate
using H₂/CH₄ Plasma-Enhanced CVD Model

千葉工業大学¹, 名城大学², 岐阜大学³

°(M2)小川 慎¹, 小田 昭紀¹, 太田 貴之², 上坂 裕之³

Chiba Institute of Technology¹, Meijo University², Gifu University³

°Shin Ogawa¹, Akinori Oda¹, Takayuki Ohta², Hiroyuki Kousaka³

E-mail: s1422073vg@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) 膜は機械部品の摺動部の摩擦特性改善やドリル先端部の高硬度化など, 成膜条件による様々な特性が応用されている. DLC 成膜手法の 1 つであるプラズマ支援化学気相成長 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, 以下 PECVD) 法は DLC 膜の平滑性, 付き回り性の高さから産業応用が進められてきた. 一方で DLC 成膜の制御はトライ&エラーが主流であり, プラズマ内部パラメータと DLC 膜との相互関係において未解明な部分も多い [1].

本研究では, DLC 成膜の制御技術向上のため PECVD による DLC 膜堆積モデルを構築し, 堆積速度と水素含有率の計算結果について報告する.

2. PECVD による DLC 堆積のモデリング

本研究で構築したプラズマ CVD モデルは, 低温プラズマモデル [2]と DLC 膜堆積モデルから構成される.

Fig. 1 に本研究で用いた DLC 堆積モデルの概略図を示す. 本モデルでは成膜を巨視的に扱うことで, 膜厚や粒子含有率の計算が可能な現象論的モデルを用いた [3]. 膜の堆積は気相中の粒子と膜表面との反応による粒子の吸着や脱離などによって進行する. 気相中から膜表面に飛来する粒子はプラズマモデルで計算した電極近傍での粒子フラックスの値を用いた. DLC 膜厚は堆積した炭素の粒子数と DLC の膜密度から, 水素含有率は DLC 膜中の炭素と水素の数密度から算出した.

3. 結果および考察

Fig. 2 に電極間距離 4.0 cm, 電力 84 W, ガス圧力 0.1 Torr, H₂/CH₄ ガス流量 20 sccm (H₂ 混合比 0~60%) における DLC 膜堆積速度のガス混合比依存性を示す. H₂ 混合比の増加に伴い DLC 膜堆積速度が低下しており, Fig. 3 から, H₂ 希釈率の増加に対して H フラックスは最大 8 %増加した. それとは対照的に, 炭化水素フラックスは最大で 51 %減少しており, DLC 膜の前駆体となる炭化水素粒子の減少が影響していることが示唆される. その他結果の詳細は発表当日に報告する.

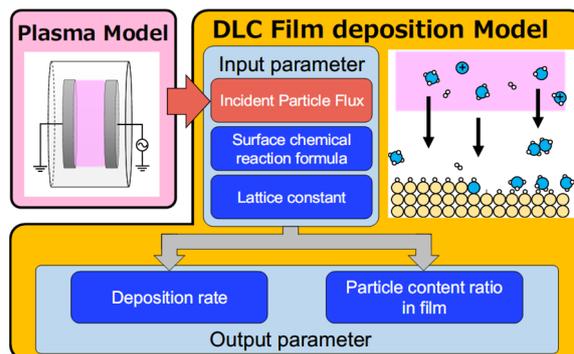


Fig. 1 Schematic diagram of PECVD model in this work

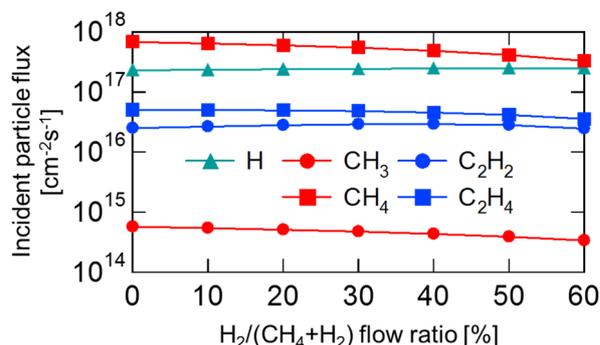


Fig. 2 H₂ gas flow rate dependence of DLC deposition rate

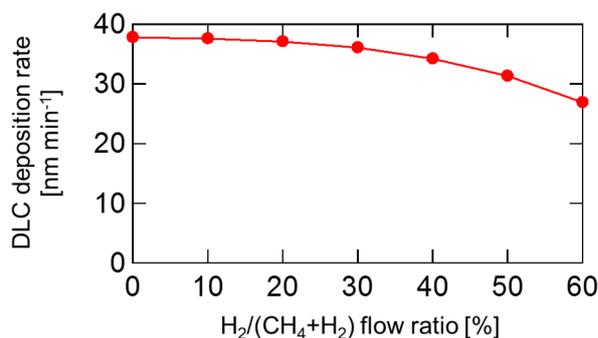


Fig. 3 H₂ gas flow ratio dependence of neutral fluxes incident on the electrode

文 献

- [1] M. Hiratsuka, A. Tanaka, *J. Vac. Soc. Jpn.*, Vol. 58, No. 6 (2015)
 [2] 小川 他, 平成 30 年 電気学会全国大会, 1407-A2 1-070 (2018)
 [3] T. I. Farouk, Ph. D Thesis, Drexel University (2009)