

Ar/CH₄ プラズマ CVD モデルにおける Ar 混合比が DLC 膜表面および水素含有率に及ぼす影響の解析 Numerical Analysis of Influence of Ar Mixture-Ratio on DLC surface condition and H content using Ar/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) 膜は高硬度, 低摩擦係数といった特性を持ち, 機械部品の摺動部やドリル先端部などに応用されている. 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, 付き回り性の良さから, 広く産業に応用されてきた.

これまで我々の研究グループでは, プラズマ CVD によるイオン-薄膜表面間の反応に着目した成膜モデルの構築とそれに基づく解析結果^[1]を報告してきた.

本研究では, 炭化水素および Ar イオンの DLC 膜表面および膜内部への影響の解析を目的とし, PECVD による DLC 成膜モデルを構築し, DLC 膜中の水素含有率および水素の薄膜表面被覆率について報告する.

2. PECVD による DLC 成膜のモデリング

本研究で構築した PECVD モデルは, 低温プラズマモデル^[2]と DLC 成膜モデル^[3]から構成される.

Fig. 1 に本研究で用いた DLC 成膜モデルの概略図を示す. 本モデルでは巨視的に成膜現象を扱うことで, 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. 成膜は気相中から降り注ぐ粒子の薄膜表面への吸着やイオン衝撃を受けることなどによって進行する. 気相中から薄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.

3. 結果および考察

Fig. 2 および Fig. 3 に, DLC 膜に入射する各粒子フラックスと薄膜表面状態の Ar ガス混合比依存性を示す. ここで, 計算条件として, 電極間距離 3.0 cm, 印加電圧振幅 1.0 kV, ガス圧力 0.3 Torr, Ar/CH₄ ガス流量 10 sccm (Ar 混合比 0-50 %) とした. これら図から, Ar ガス混合比の増加に伴って DLC 膜に入射する Ar⁺ フラックスが増加している (Fig. 2 参照). この Ar⁺ が DLC 膜表面を終端している H 原子のスパッタに大きく寄与する. その結果, 薄膜表面のダングリングボンドの増加が起こっている (Fig. 3 参照).

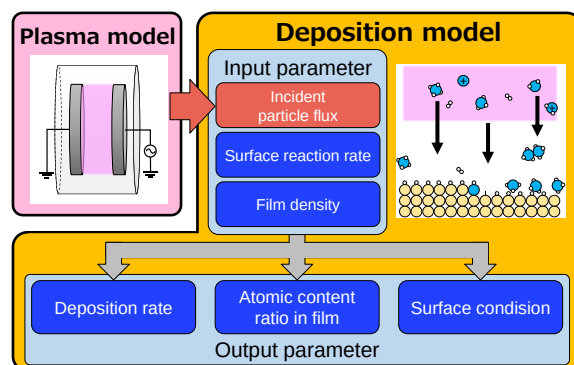


Fig. 1 Schematic diagram of PECVD model.

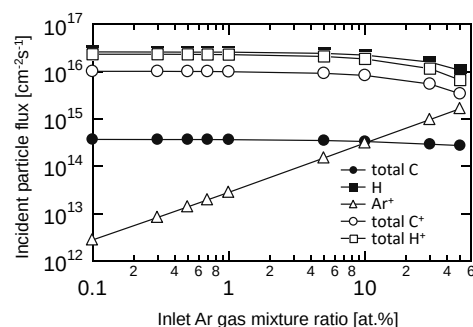


Fig. 2 Incident neutral and ion fluxes on DLC surface for various Ar gas-mixture ratio.

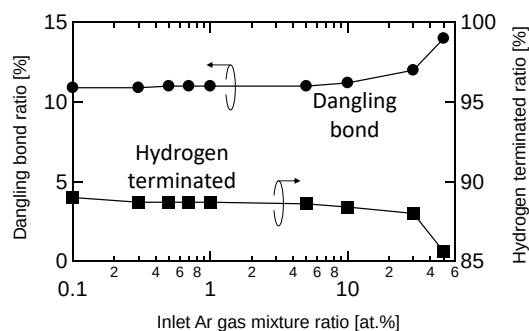


Fig. 3 Surface condition for various Ar gas-mixture ratio.

文 献

- [1] 小川 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-PA4-8 (2019)
- [2] Oda, et al., IEEJ Trans. FM, Vol. 134, No. 1, pp. 53-59 (2014)
- [3] N. V. Mantzaris, et al., J. Appl. Phys., Vol. 79, No. 7, pp. 3718-3729 (1996)