

# 低圧 RF Ar/CH<sub>4</sub> プラズマ CVD による DLC 成膜過程に及ぼす投入電力の影響に関する数値解析

## Numerical Analysis of Input-Power Dependence of DLC Film Deposition Process by Low-Pressure and Radio Frequency Ar/CH<sub>4</sub> plasma-enhanced CVD

千葉工業大学<sup>1</sup>, <sup>○(M1)</sup>石井 晃一<sup>1</sup>, 小川 慎<sup>1</sup>, 小田 昭紀<sup>1</sup>

Chiba Institute of Technology<sup>1</sup>

<sup>○</sup>Koichi Ishii<sup>1</sup>, Shin Ogawa<sup>1</sup>, Akinori Oda<sup>1</sup>

E-mail: s16a4007bd@s.chibakoudai.jp

### 1. 背景

ダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜は高硬度、耐摩耗性などを有することから様々な分野で用いられている。DLC 成膜には CH<sub>4</sub> や C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> などの炭化水素ガスを用いたプラズマ CVD が多く利用されている。その際、CH<sub>4</sub> による DLC 成膜を行う際に Ar ガスを添加すると、添加しない場合よりも膜硬度の上昇等がみられると報告されている<sup>[1,2]</sup>。また、CH<sub>4</sub>(100%)を原料ガスとして DLC 成膜を行う際には、投入電力の増加が膜硬度の上昇に最も効果的と報告されている<sup>[3]</sup>。

本研究では、Ar/CH<sub>4</sub> プラズマ CVD による DLC 成膜における成膜速度の投入電力依存性に関して解析したので、プラズマ諸特性を含めて報告する。

### 2. プラズマ及び成膜プロセスのモデリング

本研究では、炭化水素プラズマ CVD による DLC 成膜プロセスのモデル化を行った。本モデルは、DLC 成膜用炭化水素プラズマモデルと DLC 成膜モデルで構成される。はじめに、Fig. 1 に示す Kim らの実験装置<sup>(1)</sup>を模擬し、2 枚の平板金属電極 (電極半径 6.3 cm) を 3.0 cm の距離を空けて平行に設置した。電極間に生成されるプラズマ中の各粒子の振舞いを流体で考え、それに基づき空間一次元流体モデルを構築した。その際、放電空間内に Ar(50%)/CH<sub>4</sub>(50%)の混合ガスを総流量 10 sccm で導入し、全ガス圧力が 0.3 Torr 一定になるように排気を考慮した。その上で、1.0 ~ 5.0 Wcm<sup>-2</sup> の電力密度で電力を投入し、DLC 成膜速度および Ar/CH<sub>4</sub> プラズマ特性の変化を調査した。ここで、本研究で構築したプラズマモデルでは、13 種類の荷電粒子、4 種類の励起粒子、5 種類のラジカル、7 種類の非ラジカルの計 29 種類の粒子種から構成される計 125 種類の反応過程 (電子衝突、電荷交換衝突、中性粒子間衝突など) を考慮した。

### 3. 結果および考察

Fig. 2 に、電力密度を 1.0 ~ 5.0 Wcm<sup>-2</sup> で変化させた際の DLC 成膜速度の変化を示す。本図より、電力密度

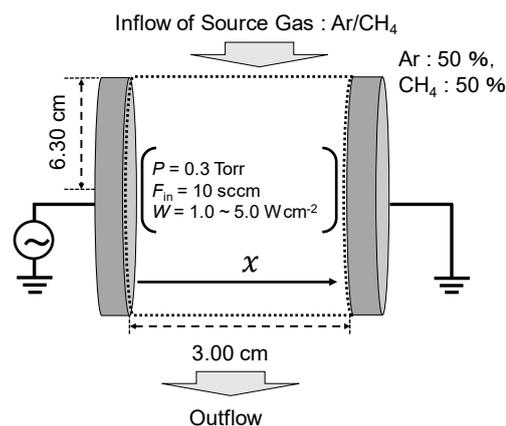


Fig. 1 Schematic diagram of low-pressure and radio frequency Ar/CH<sub>4</sub> plasma model for DLC films deposition.

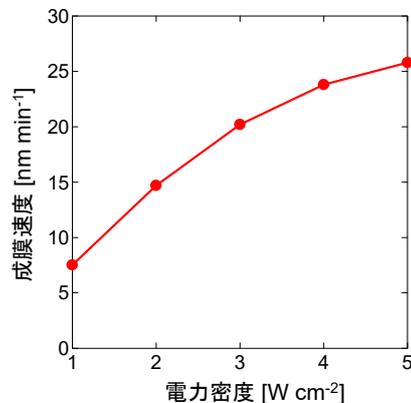


Fig. 2 Simulated input-power dependence of DLC film deposition rate by Ar/CH<sub>4</sub> plasma-enhanced CVD.

の増加に対して成膜速度が速くなっており、また徐々に飽和している。これは、電力密度の増加に対して、Ar/CH<sub>4</sub> プラズマ中の DLC 成膜に寄与するイオンやラジカルが多く生成された影響によるものと考えられる。成膜速度に及ぼす他の外部パラメータ依存性などの詳細な解析結果については講演当日に報告する。

### 文 献

- [1] J. Kim et al., *J. Korean Phys. Soc.*, Vol. 42, pp. S956-S960 (2003)  
 [2] J. Valentini et al., *J. Mater. Sci.*, Vol. 36, pp. 5295-5300 (2003)  
 [3] A. Oda and H. Kousaka, *IEEEJ Trans. FM.*, Vol. 134, pp.53-59 (2014)