

Ar/C₂H₂ 混合ガスジェットプラズマ CVD 法を用いた 超高速 DLC 成膜と膜質分析

Ultra High-Rate Deposition and Film Quality Analysis of DLC Films Using Gas-Jet Plasma CVD Method with Ar/C₂H₂ Mixed Gas

豊橋技科大¹, オーエスジー², 岡山工技³

大浦 曜¹, 長田直人¹, 坂東隆宏¹, 滝川浩史¹, 針谷 達¹, 権田英修², 國次真輔³

Toyohashi Univ. Technol.¹, OSG Coating Service Co., Ltd.², Ind. Technol. Cent. Okayama Pref.³

Hikaru Ohhira¹, Naoto Nagata¹, Takahiro Bando¹, Hirofumi Takikawa¹, Toru Harigai¹,

Hidenobu Gonda², Shinsuke Kunitsugu³ E-mail: ohhira.hikaru.bs@tut.jp

1. はじめに

非晶質炭素膜であるダイヤモンドライクカーボン (Diamond-like carbon: DLC) 膜は、その優れた機械的特性から切削工具のコーティングに利用され、被覆物の耐久性を高める¹⁾。DLC の成膜速度は、約 10~数 100 nm/min^{2,3)}で、生産性向上のために数 $\mu\text{m}/\text{min}$ 程度の高速成膜が必要となる。

我々は、Ar プラズマジェットの中心から同軸で C₂H₂ をジェット状に供給する同軸ガス供給プラズマジェット CVD 法を開発し、成膜速度 2.3 $\mu\text{m}/\text{min}$ およびナノインデンテーション硬さ 17 GPa の DLC 膜を得た。本研究では、Ar ガスと C₂H₂ ガスを同じガスジェットノズルから混合した状態で供給し、DLC を成膜する。Ar/C₂H₂ 混合ガスジェットプラズマ CVD 法を用いた DLC 成膜における、ガス流量に対する成膜速度と膜質の関係を明らかにする。

2. 実験方法

Ar ガスと、炭素源となる C₂H₂ ガスを同じガスジェットノズルから供給した。DC パルス電源 (アルバック, DPG-5P) を用いて、電圧-500 V, 周波数 40 kHz, パルス幅 24.6 μs の DC 負パルス電圧をステージに印加した。Ar 流量は 250~2000 sccm, C₂H₂ 流量は 250~1000 sccm の間で 250 sccm ずつ変化させた。プロセス圧力は、約 100 Pa 前後でガス流量に依存した。基板には Si を用い、成膜時間は 0.5 min とした。膜質はラマンスペクトルから判断した。

3. 結果と考察

Ar 流量 1000 sccm と C₂H₂ 流量 500 sccm を同じジェットノズルから供給することで、2.2 $\mu\text{m}/\text{min}$ の高速成膜を得た。また、ラマンスペクトル形状は、同軸ガス供給プラズマジェット CVD 法と大きな違いは見られなかった。

Ar 流量と C₂H₂ 流量を変更し成膜した DLC 膜のラマンスペクトルから膜質の分析を行った。同軸ガス供給プラズマジェット CVD 法で得た硬さ 17 GPa を持つ DLC 膜のラマンスペク

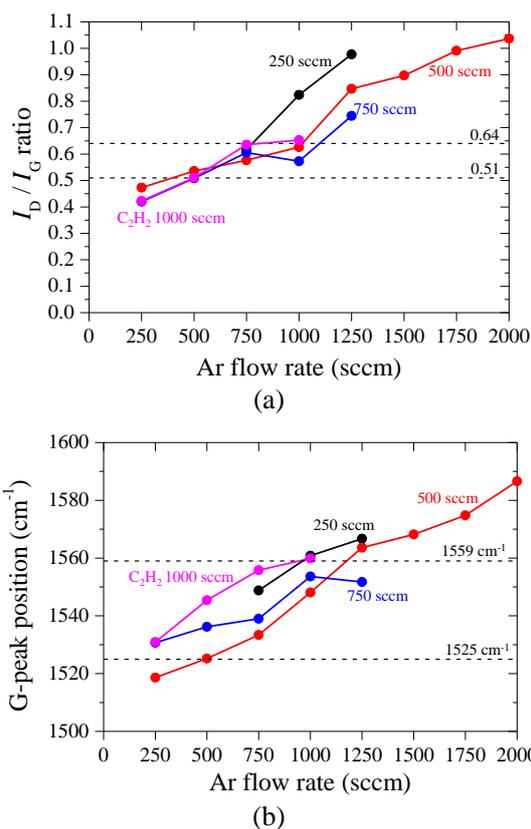


Fig. 1. (a) I_D/I_G ratio and (b) G-peak position of DLC films for Ar and C₂H₂ flow rate.

トルを基準とし、ラマンスペクトルの傾きや、1360 cm^{-1} 付近に現れるショルダーピークの形状から、作製した DLC 膜を 3 つに分類した。ラマンスペクトルの波形分離分析から得た I_D/I_G 比と G ピーク位置から、3 つの分類におけるしきい値を明確にした。Fig. 1 に示す I_D/I_G 比と G ピーク位置の範囲内の両方を満たすとき、同軸ガス供給プラズマジェット CVD 法で作製した DLC 膜と近い膜質を持ち、DLC 膜として必要な硬さを有することが示唆された。

謝辞 本研究の一部は、大澤科学技術振興財団の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) A.F. Yetim, *et al.*: Diam. Relat. Mater. 120 (2021) 108639.
- 2) T. Imai, *et al.*: Vacuum 167 (2019) 536.
- 3) J. Heeg, *et al.*: Vacuum 83 (2008) 712.