

コイル陽極フィルタードアークを用いた水素フリーDLC 膜の高速形成 High-Speed Deposition of Hydrogen-Free DLC Films by Vacuum Arc Deposition System with a Coiled Anode

豊橋技科大¹, オーエスジー (株)²

○渡辺 聖也¹, 鬼頭 純平¹, 坂東 隆宏¹, 針谷 達¹, 滝川 浩史¹,
杉田 博昭², 服部 貴大², 儀間 弘樹²

Toyohashi Univ. Technol.¹, OSG Co., Ltd.²

°Seiya Watanabe¹, Jumpei Kito¹, Takahiro Bando¹, Toru Harigai¹,
Hirofumi Takikawa¹, Hiroaki Sugita², Takahiro Hattori², Hiroki Gima²

E-mail: watanabe.seiya.rd@tut.jp

1. はじめに

DLC のうち, tetrahedral amorphous carbon (ta-C) は, 高温ガラス成型金型やアルミニウム用切削工具の保護膜などに利用されている。ta-C 成膜には主に真空アーク蒸着 (VAD) 法が用いられるが, VAD 法では陰極点からドロップレットが放出するという問題がある。ドロップレット対策法として, フィルタードアーク (FAD) 法がある。我々は, ドロップレットの付着がほとんどない高品質膜を成膜可能な T-FAD を開発した²⁾。ところが, 応用によってはより速い成膜速度が求められている。

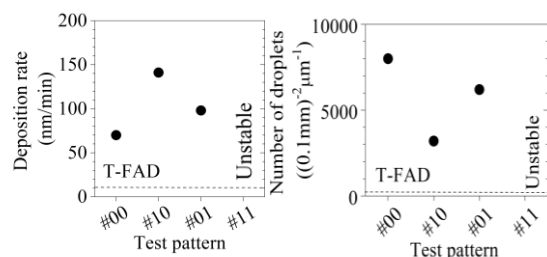
以上の背景から, 本研究では, ある程度の量のドロップレット付着を許容したうえで, より高速な成膜を実現できるシステムを開発することにした。我々は, 最近, 高速成膜を実現する FAD システムとして, 自己磁界を発生するコイル状陽極を用いてプラズマの輸送効率を改善した直線型的高速 FAD (High Rate FAD: HR-FAD) を開発した。これを TiN 膜に適用したところ, 優れた成膜性能および膜質が得られることがわかった²⁾。そこで, 本研究では, この HR-FAD を DLC 膜形成に適用し, 膜質を評価した。

2. 実験方法

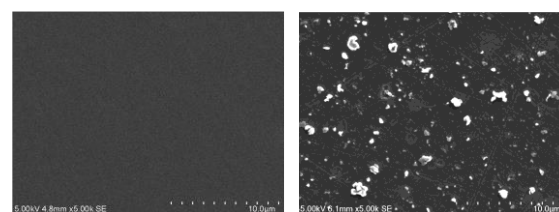
成膜条件は次の通りとした。陰極: 黒鉛, ベース圧力: 2.0×10^{-3} Pa, アーク電流: 30 A, チャンバ内温度は 70~75°C。印加磁界構成を次の 4 通りとした。#00: 磁界無し, #10: 外周電磁石磁界 (中心磁束密度: 3.2 mT) のみ, #01: コイル陽極磁界のみ, #11: 外周電磁石磁界 (中心磁束密度: 3.2 mT) およびコイル陽極磁界。作製した膜について, カロテストで膜厚を計測し, SEM を用いて表面様相を観察した。

3. 実験結果と考察

Fig. 1 (a) には各条件および T-FAD における成膜速度を示す。#11 は放電が安定しなかったため, 評価に十分な膜厚が得られなかった。#00 は T-FAD に比べ成膜速度が大きい。#10 では磁界により成膜速度が大幅に向上したが消弧回数も増加してしまい放電が安定しなかった。こ



(a) Deposition rate (b) Number of droplets
Fig. 1 Deposition and film properties.



(a) T-FAD (b) HR-FAD (#01)
Fig. 2 Scanning electron micrographs of (a) T-FAD and (b) HR-FAD (#01).

れは, 磁界が強くなるとプラズマが絞られすぎてしまい, 放電が安定しなくなることに起因している。#01 では#10 と比べ成膜速度は小さいが, #00 や T-FAD に比べ成膜速度は大きく, さらに放電も安定していた。Fig. 2 に, 膜表面の SEM 画像を示す。T-FAD と比較し HR-FAD (#01) で成膜した膜にはドロップレットが多数付着している。HR-FAD は基板と陰極が対面に設置されているため, ドロップレットが多く付着したと考えられる。また, Fig. 1 (b) には, 面積膜厚あたりのドロップレット数を示す。#10, #01 は#00 に比べ, ドロップレット数が少ない。これは, 増強した磁界によりプラズマが効率的に輸送され, 成膜速度が向上したことで, 相対的に面積膜厚あたりのドロップレット数が減少したことを示唆する。

謝辞 本研究の一部は, 科学研究費補助金 (課題番号: 22H01470) の助成を受けて行われた。本研究では, 豊橋技術科学大学教育研究基盤センター機器の装置を利用した。

参考文献

- 1) H. Takikawa et al., Surf. Coat. Technol. **163**, 368 (2003).
- 2) J. Kito et al., Jpn. J. Appl. Phys. **62**, SI1012 (2023).