

大気圧ペン型プラズマによる DLC の局所成膜 II

DLC On-site Deposition by Atmospheric-Pressure Pen-like Plasma II

鶴岡高専 電気電子工学科¹ ○吉木 宏之¹、丸藤 好恭、須藤 悠平¹

Tsuruoka Natl College of Tech.¹ ○Hiroyuki Yoshiki¹, Kousuke Gando¹, Yuhei Suto¹

E-mail: yoshiki@tsuruoka-nct.ac.jp

1. はじめに

ダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜は潤滑性、高耐磨耗性、耐食性に優れ多くの機械部品のコーティング材として用いられている。成膜はスパッタリングやイオンプレーティング等の減圧プロセスが主流であるが、近年製造コスト低減や高速成膜を目指して常圧プラズマ化学気相成長 (PE-CVD) 法が提案されている。^{1,2)} また、大気圧 μ プラズマによるマイクロマシン摺動部や小径エンドミルの DLC 局所被覆は生産性向上の観点から有望である。筆者は、注射針電極を RF 励起して大気圧非平衡プラズマ流を生成するペン型プラズマ源を用いて、He/CH₄ プラズマで DLC 局所成膜を試みて膜厚 0.6 μ m、表面硬さ 11.1 GPa を得た。³⁾ 本研究では、プラズマガスへの H₂ 添加と基板温度の DLC 膜質向上への効果を調べた。

2. 実験装置および結果

本研究で用いた実験装置の構成を図 1 に示す。 ϕ 0.9mm \times 30mm の注射針を石英管 (外径/内径: 2.7 mm/1.0 mm) で覆い、He/CH₄/H₂ 混合ガスを注射針に導入して RF (13.56MHz) 電圧を印加して大気圧非平衡プラズマ流を生成する。He/CH₄/H₂ 流量は 500/30/200 ml/min、RF 電力は 15-16 W (V_{pp} : 約 1 kV)、石英管 - 基板間距離 d は 1 mm、アセトンと純水で超音波洗浄した 1-2 cm 角の Si 基板を 2.2 mm/s で動かして成膜した。プラズマ発光分光分析 (OES)、堆積膜の表面形状・構造を走査型電子顕微鏡、顕微レーザーラマン分光により評価した。さらに、膜硬度は薄膜硬度計 (PICODENTOR HM 500) を用いて測定した。

OES 測定では 312-318nm、386-390nm、430-435nm に CH のバンドスペクトルが見られ CH₄ の解離を確認した。堆積膜には干渉縞が見られ、基板との密着性も良好であった。図 2 に堆積膜の断面 SEM 画像を示す。膜厚は 0.4 μ m 程度、表面は平滑であった。ラマン分光分析から 1520 cm^{-1} に G バンド、1350 cm^{-1} 付近に D バンドによる肩を確認した。膜表面 40 nm でのインデンテーション硬さ HIT の H₂ 添加と基板温度依存性を表 1 に示す。室温でのプラズマ照射部は約 150°C であった。H₂ 添加、基板温度増加で HIT は向上し、200°C で最大値は 17 GPa (Hv 換算 1625) を得た。

3. おわりに

CH₄ を原料とした大気圧 μ PE-CVD で Si 基板への DLC 局所成膜を試みた。H₂ 添加、基板温度 200°C で膜厚: 0.4 μ m、HIT: 17 GPa を得た。本研究は第 30 回マツダ研究助成を受けて行なわれた。

- 1) 大竹尚登 他, 表面技術 Vol.60, No.6 (2009) 376. 2) 山形県工業技術センターニュース No.59 (2013) p.3.
3) 吉木宏之 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 予稿集 DVD 07-172 (2016)

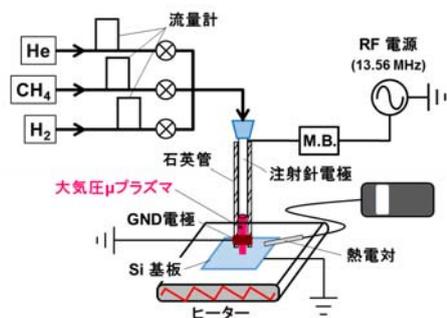


図 1 大気圧局所 DLC 成膜の概略図

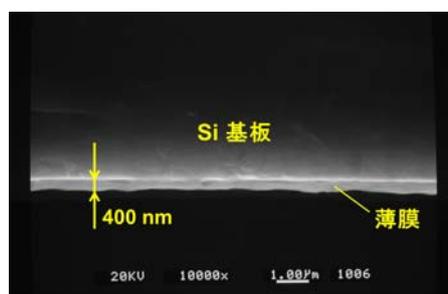


図 2 Si 基板上的 DLC 膜の SEM 断面画像

表 1 DLC 膜の表面硬さの成膜条件依存性

	He/CH ₄ /H ₂ [sccm]	Power [W]	基板温度	表面硬さ HIT [Gpa]
# 01	750/10/0	15	室温	6.8
# 02	500/30/200	16	室温	12.9
# 03	500/30/200	16	200°C	17.2
Si 基板				13.9