28a-A6-6

細孔底面への水素フリーDLC 膜の成膜速度の向上

Increase in Preparation Rate of Hydrogen-free DLC Film on Bottom of Narrow Hole

豊橋技科大¹, 伊藤光学工業², オンワード技研³, 日立ツール [°]森田 悠介¹, 田上 英人¹, 須田 善行¹, 滝川 浩史¹, 神谷 雅男² 瀧 真³, 長谷川 祐史³, 辻 信広³, アブスアイリキ サーレ⁴

Toyohashi Univ. Technol.¹, Itoh Optical Ind. Co., Ltd.²,

Onward Ceramic Coating Co., Ltd.³, Hitachi Tool Eng., Ltd.⁴

[°]Yusuke Morita¹, Hideto Tanoue¹, Yoshiyuki Suda¹, Hirofumi Takikawa¹, Masao Kamiya²,

Makoto Taki ³, Yushi Hasegawa ³, Nobuhiro Tsuji ³, Saleh Abusuilik ⁴

E-mail: morita@arc.ee.tut.ac.jp

DLC(Diamond-like carbon)膜は、低摩擦・ 低摩耗特性を有することから、エンジンインジ ェクタノズル内部の保護膜として実用化され ている⁽¹⁾。現在のところ、水素含有の DLC (a-C:H) 膜が利用されているようである。こ れに対し、水素フリーの高硬度 DLC (ta-C) 膜 の利用も興味あるところである。これまでの研 究において、細孔の壁面と底面への ta-C 膜形成 を確認している^(2,3)。しかし、成膜速度が遅いと いう問題があった。そのため本研究では、細孔 底面への ta-C 膜成膜速度を向上させる実験を 行った。ta-C 膜の形成には、T 字状フィルター ドアーク蒸着(T-FAD: T-shape Filtered Arc Deposition)装置⁽³⁾を用いた。

Fig.1(a)にダミーノズルとネオジム(Nd)磁石(最大磁東密度:400 mT)設置図を示す。ダ ミーノズルは次の2個の部材で模倣した。細孔 状のスリーブ(材料:SC450,形状:外形6 mm, 内径2 mm,高さ10 mm)と微細孔付きテスト ピース(材料:SC450,形状:外形6 mm,内径 0.3 mm,高さ3 mm)である。また,Fig1(b)に 示すように、ダミーノズル裏にNd磁石を設置 した。

基板バイアスはパルスバイアス(電圧:-100 V, 周波数:10 kHz, パルス幅:20 μs, デューティ 比:20%), プロセス圧力は 6.5×10⁻³ Pa 以下, 成膜時間は 30 min とした。

Fig.2 に細孔底面に生成した膜のラマンスペクトルを示す。スペクトルの形状および I_D/I_G 比から判断すると,磁石の有無に関わらず,ta-C 膜が形成されていることが確認できた。また,Nd 磁石なしの場合の成膜速度は約 1.6 nm/min となった。これは細孔を通さない場合の約 15 nm/min と比べると,約 1/10 の成膜速度であった。この結果に対し,Nd 磁石ありの場合の成



(a) Dummy nozzle(b) Set neodymium magnetFig.1 Cross sections of dummy nozzle and set neodymium magnet.



Fig.2 Raman spectra of DLC films deposited on test pieces.

膜速度は約 3.2 nm/min となり, Nd 磁石なしの 場合と比べて,約2倍に増加した。これは, Nd 磁石を設置することで,プラズマがフォーカス されたためであることが考えられた。

謝辞 本研究の一部は,科学研究費助成事業,豊橋技術科 学大学 VBL プロジェクト研究,および日本ガイシ株式会社な どの支援を受けて行われた。

【文献】

- (1) A. Yoshihiko, *IHI Engineering Review.*, **43**, 89-93 (2010)
- (2) 森田,他:平成24年度電気関係学会東海支部連合 大会講演論文集,G2-1, (2012)
- (3) 柏木,他:第59回応用物理学関係連合講演予稿集, 27a-BC-3,06-084 (2011)
- (4) H.Takikawa, et al.: Surf. Coat. Technol., 163-164, 368 (2003)