

大気圧・準大気圧グロー放電プラズマを用いた DLC 成膜技術の開発

Preparation of DLC film using glow discharge plasmas at sub-atmospheric/atmospheric pressure

菊池祐介, 福井経太, 松尾吉晃, 堀口恭光¹⁾, 西村芳実¹⁾, 永田正義, 八束充保

兵庫県立大学工学研究科,¹⁾ (株) 栗田製作所

Y. Kikuchi, K. Fukui, Y. Matsuo, Y. Horiguchi¹⁾, Y. Nishimura¹⁾, M. Nagata, M. Yatsuzuka

Graduate School of Engineering, University of Hyogo, ¹⁾Kurita Seisakusyo Co. Ltd.

1. はじめに

ダイヤモンドライクカーボン (Diamond-like carbon: DLC) は高硬度, 高絶縁性等の特徴を有するアモルファスカーボンの一種である。これまでに, 低気圧プラズマ等を用いた DLC 成膜手法が開発されており, 主に機械部品の表面処理として実用化されてきた。しかし, 低気圧プラズマを用いた場合にはその成膜速度は $0.02 \mu\text{m}/\text{min}$ 程度と遅く生産効率が低いことや, 高価な真空排気系を必要とするため, 低コスト化が難しい点が指摘されている。一方, 近年の大気圧プラズマ生成技術を受け, 我々は大気圧プラズマを用いた DLC 成膜実験を実施している[1]。本研究では, 大気圧・準大気圧グロー放電プラズマの生成・制御技術を駆使し, 高速 ($1 \mu\text{m}/\text{min}$ 程度)・大面積表面処理が期待できる DLC 成膜技術開発を目的とする。

2. 実験結果

本研究では平行平板電極とプラズマ引き出し用バイアス電極からなるトリプル電極を用いてプラズマを生成し成膜実験を行った (図 1)。この電極構造により, ロール表面への DLC 成膜が可能となる。放電用ガスとしてヘリウム, プロセス用ガスとしてアセチレンまたはメタンを用いた。プラズマ生成用平行平板電極間には石英ガラスが挿入されており, 高繰り返しパルス電圧 (パルス幅: 数 μs , 繰り返し周波数: $\sim 40 \text{ kHz}$) を印加し誘電体バリア放電が生成される。また, プラズマ引き出し用電極にもパルス電圧を印加することで, 円筒形状の試料 (SUS304) までプラズマを引き出し, 成膜を行った。ここで, ロータリーポンプを用いて, ガス圧力は $10 \text{ kPa} \sim 100 \text{ kPa}$ で変化させた。

平行平板電圧とバイアス電圧の位相差を変化させ, バイアス電圧が数 μs 程度遅れるときにプラズマ発光強度が最大となった。また, バイアス電圧およびガス流量を変化させ, 円筒基板上に空間的に均一なプラズマが得られる条件を見出し, 成膜実験を行なった。その結果を図 2 に示す。講演では膜厚, ラマン分光測定, 膜硬度測定等の膜質の評価結果についても報告する。

謝辞:

本研究の一部は平成 23 年度池田泉州銀行コンソーシアム研究開発助成金および平成 24 年度山陽特殊製鋼文化振興財団学術研究助成の支援を受けて行なわれた。ここに感謝いたします。

[1] Y. Kikuchi et al., Frontier of Applied Plasma Technology, Vol. 5, pp. 11-16 (2012).

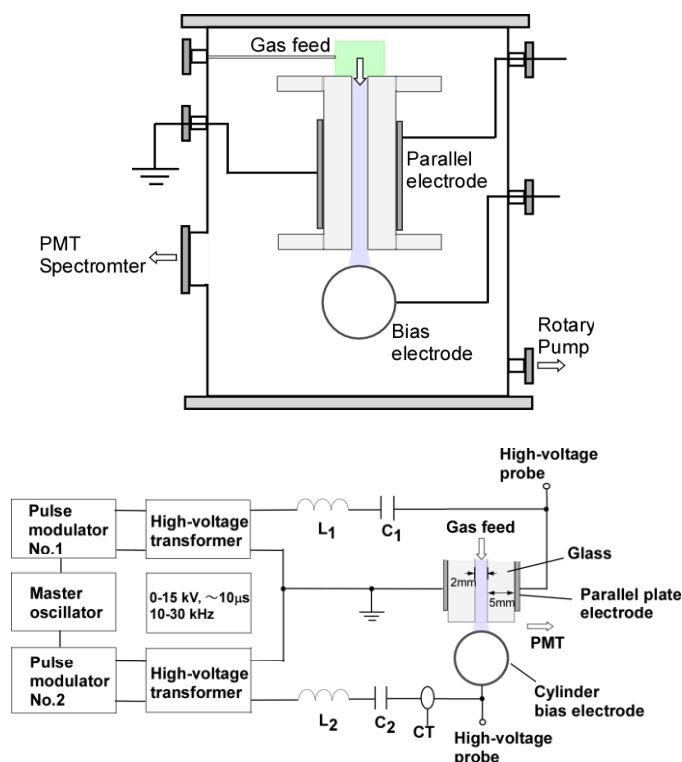


図 1 大気圧・準大気圧プラズマ生成・成膜装置

Cylinder substrate (SUS304)

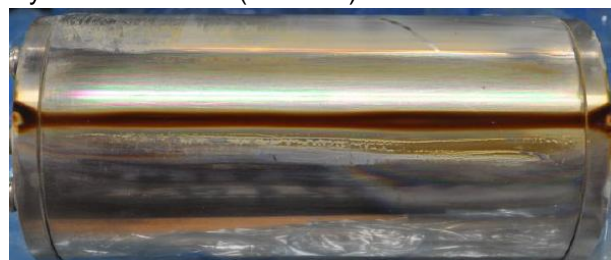


図 2 成膜結果 (ガス圧力 70 kPa)