PBF 溶液による DLC への簡易的なドープ方法の検討

Fabrication of Boron Doped DLC film using Poly Boron Film

東京電機大学，○藤本 桂大，大越 康晴，平栗 健二，矢口 俊之，本間 章彦

Tokyo Denki Univ., Keita Fujimoto, Yasuharu Ohgoe, Kenji Hirakuri, Toshiyuki Yaguchi, Akihiko Homma

E-mail: 18rmt25@ms.dendai.ac.jp

１．はじめに

DLC（Diamond-like Carbon）は，sp3 結合に由来するダイヤモンド結合と，sp2 結合に由来するグラファイト結合を併せ持ち，炭素と水素を主成分とした非晶質炭素膜である．DLC は，PVD 法や CVD 法等の薄膜形成プロセスより，各種使用用途に応じたコーティング材料として，産業界全体でその活用が広がっている(1)．また，DLC に導電性を付与することで，様々な材料に分極特性を与えることができ，広い分野での応用が可能となる．そこで，本研究では高価な除害設備を必要としない安全かつ安価な方法による導電性 DLC の作製を目的とし，DLC へのホウ素ドープ条件と，DLC 膜中の炭素とホウ素の結合の形成について検討した．

２．実験方法

高周波プラズマ CVD 法にて，SiO_2 基板上に DLC 膜の成膜し，成膜された DLC の表面にスピンコータを用いて Poly Boron Film (PBF)を塗布した．PBF を塗布した DLC に真空熱処理装置（VHC-P610CP, ULVAC）にて，熱拡散によるボロン添加を 400 ～ 900 ℃ の温度でそれぞれ 10 分間行った．そして，作製されたボロン添加 DLC 膜（B-DLC）についてラマン分光法による構造分析，X 線光電子分光法（XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy）による表面組成分析および四端子抵抗測定法による抵抗値の測定を行った．

３．実験結果および考察

ラマンスペクトルでは，熱拡散温度が高い程，I_D/I_G 比は高い値を示し，G バンドのピーク位置が高波数側へシフトすることが確認された．I_D/I_G 比は結晶性の評価に用いられ，I_D/I_G 比が高い程，膜の欠陥が多いことを示すことから(2)，熱処理温度が高い程，膜の欠陥が増加する様子が認められた．また，G バンドの高波数側へのピークシフトは構造の乱れが大きくなることを示すことから，熱処理温度が高い程，DLC 膜の構造の乱れが大きくなったと考えられる．XPS 分析による C_{1s} スペクトルは，熱処理温度が高くなると低エネルギー側へシフトする傾向がみられた．これは C-B 結合の形成によるものと考えられる(3)．また，熱処理温度 700 ℃ 以上で，B_{1s} スペクトルピークが確認された．このことから，熱処理温度 700 ℃ 以上で，DLC へのボロンのドープが確認された．熱処理温度が高い程，抵抗値が低くなる傾向がみられた．これは，熱処理を施すことにより，DLC の黒鉛化が促進されたことに加え C-B 結合の形成によるものと考えられる．また，I_D/I_G 比の増加は，C-B 結合の増加による構造の乱れによると考えられる．

(1) M. Allon-Alaluf, Thin Solid Films 303, No. 8, pp. 273-276 (1997)

(2) 長田実，垣花眞人，炭素 207 号，pp.174-184，2007

(3) Jui-Chen Pu, Sea-Fue Wang, Chia-Lun Lin, James C. Sung, Thin Solid Films, 519, pp. 521-526 (2010)