

同軸型アークプラズマ堆積法により作製した窒素添加超ナノ微結晶ダイヤモンド/ アモルファスカーボン混相膜の微細構造評価

Structural Evaluation of Nitrogenated Ultrananocrystalline Diamond/Amorphous Carbon Composite Films Prepared by Coaxial Arc Plasma Deposition

○(DC) 儀間 弘樹¹、アブデルラーマン ゼクリア^{1, 2}、吉武 剛¹

(1. 九大、2. アスワン大)

○(PC) Hiroki Gima¹, Abdelrahman Zkria^{1, 2} and Tsuyoshi Yoshitake¹

(1. Kyushu Univ., 2. Aswan Univ.)

E-mail: hiroki_gima@kyudai.jp



【はじめに】超ナノ微結晶ダイヤモンド/アモルファスカーボン混相膜(以下 UNCD/a-C)は粒径 10 nm 以下のダイヤモンド微結晶が a-C 中に内在する構造をもち、近年、新規ダイヤモンド系材料として注目されている[1]。特長的なことは、ダイヤモンドとその粒界が起因とされる物性(例えば、紫外・可視光受光)が顕著に現れることである[2]。我々は物理気相成長法(PVD 法)により UNCD/a-C 膜成長に取り組んできた[3]。異種元素添加によりその物性制御も実験的に実現できており[4]、受光素子や硬質皮膜といった応用が期待できると考えている。特に、最近では、産業応用に有利な特徴をもつ同軸型アークプラズマ堆積法(CAPD 法)に着目して UNCD/a-C の作製を行っている。これまでに窒素添加 UNCD/a-C 膜による電気伝導付与が確認できている[5]。しかしながら、その起源は詳細に調べられていない。したがって、本研究では、CAPD 法を用いて作製した窒素添加 UNCD/a-C 膜の微細構造を評価することを目的とした。

【実験方法】真空チャンバー内に同軸型アークプラズマ銃に対向して基板を設置し、真空排気(<10⁻³ Pa)した。その後、基板を 550℃ に加熱し、水素と窒素の混合ガスを導入して圧力を 53 Pa に保って成膜した。アーク放電周波数は 5 Hz、キャパシタンス容量は 720 μF、電圧は 100 V とした。窒素およびその化学結合状態評価のため、SAGA-LS BL12 の X 線吸収端微細構造(NEXAFS)を用いた。水素量はフーリエ変換赤外分光法(FTIR)により評価した。

【結果と考察】窒素添加膜と undoped 膜の NEXAFS C-K edge スペクトルを Fig. 1 に示す。それぞれπ軌道とσ軌道に起因するピークが得られた。これらピークを分離することで詳細な化学結合状態を調べた。両者を比較すると、窒素を添加することで、π* $\text{C}=\text{N}$ ピークが出現していることがわかる。さらに、FTIR スペクトルより CH 系の分子振動をみると(Fig. 2), sp³C-H と sym. sp²C-H₂ ピーク強度が弱くなっていることが確認できた。これは、ダイヤモンド微結晶表面および a-C 中の水素が窒素に置換されたことによると考えられる。

【結論】以上より、窒素添加により粒界のπ* $\text{C}=\text{N}$ 結合により生じた自由電子が電気伝導に寄与している可能性が高いことを示した。その他、電気特性等の詳細は学会当日に報告する。

【謝辞】本研究の実験は、九州シンクロトン光研究センターの承認を受けて SAGA-LS のビームライン BL12 及び BL15 で行った(課題番号: 1204044S)。また、筆者は Kyushu University Advanced Graduate Program in Global Strategy for Green Asia の支援を受けている。

[1] O. A. Shenderova et al. *Ultrananocrystalline diamond*, (2006) [2] S. Ohmagari et al. *APEX* (2012) [3] T. Yoshida et al. *MRX* (2015)
[4] Y. Katamune et al. *JJAP* (2013) [5] A. Zkria et al. *APEX* (2015)

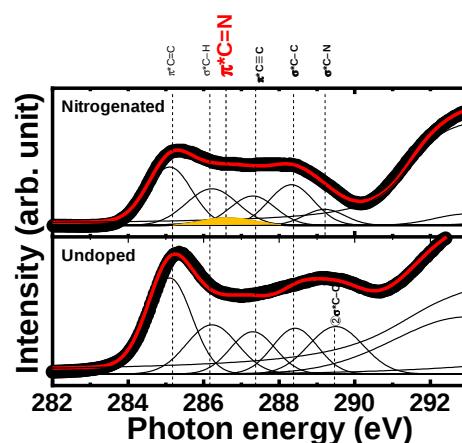


Figure 1. NEXAFS C-K edge spectra of nitrogenated and undoped UNCD/a-C films

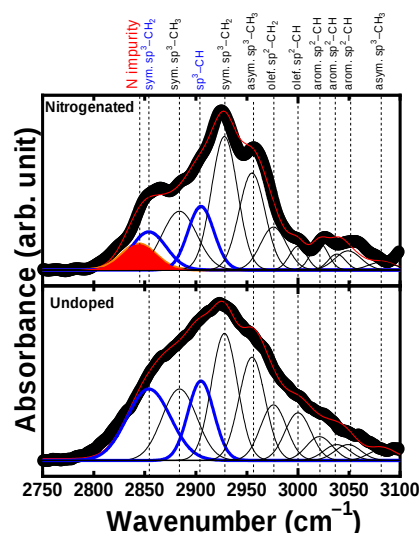


Figure 2. FTIR spectra of nitrogenated and undoped UNCD/a-C films.