

同軸型アークプラズマ堆積法により作製されたホウ素ドーパ超ナノ微結晶ダイヤモンド混相膜の電気特性と化学結合構造

Electrical properties and chemical bonding structures of boron-doped ultranano-crystalline diamond films prepared by coaxial arc plasma deposition

九大総理工¹, 産総研², 九州シンクロ³, ○片宗 優貴¹, 大曲 新矢², 瀬戸山 寛之³, 吉武 剛¹

Kyushu Univ.¹, AIST², Kyushu Synchrotron Light Research Center³,

○Yūki Katamune¹, Shinya Ohmagari², Hiroyuki Setoyama³ and Tsuyoshi Yoshitake¹

E-mail: yuki_katamune@kyudai.jp

1. 研究背景

超ナノ微結晶ダイヤモンド/アモルファスカーボン (UNCD/a-C) 混相膜は UNCD 結晶の周りをアモルファスカーボン (a-C) が取り巻く構造を有しており, 膜中に無数に存在する結晶粒界が特徴的である. この特異な構造に起因して, 極めて大きな光吸収が発現することや[1], 窒素ドーパによる室温でのキャリア濃度の増加を伴った n 型化が報告されている[2]. ホウ素ドーパ膜に関しては, キャリア濃度の増加を伴って p 型化すること, 更には Si とのヘテロ pn 接合で光電変換が実証されている[3]. しかし, ホウ素の形成する化学結合構造とその結果現れる電気特性との相関は, まだ不明な点が多い. 本研究では, ホウ素ドーパを変化させて膜作製を行い, 電気特性と化学結合状態の相関を詳細に調べたので報告する.

2. 実験方法

ホウ素ドーパ UNCD 膜の作製は同軸型アークプラズマ銃 (CAPG : APG-300) により行った. 基板温度は 550°C, 圧力 53 Pa の水素雰囲気下で成膜を行った. 基板には石英および n-Si (100) 基板を使用した. ホウ素ドーパの効果を得るために, ターゲットには B 1, 5, 10 at.% を含んだグラファイトを用い, 電気伝導特性を van der Pauw 法により評価を行った. 光電子分光法 (XPS) および吸収端近傍 X 線超微細構造 (NEXAFS) といった分光法により化学結合状態の評価を行った.

3. 結果と考察

図 1 にそれぞれのホウ素ドーパ UNCD 膜の電気伝導度の温度依存性を示す. ホウ素ドーパ量の増加に伴い, 膜の電気伝導率の上昇が得られた. また, 試作した p-UNCD 膜と n-Si からなるヘテロ接合ダイオードでは, pn 接合で典型的な整流特性が確認され, 紫外光に対して光電流が得られた. これにより UNCD 膜が p 型半導体として機能していることが確認できた. 図 2 にそれぞれのホウ素ドーパ膜の NEXAFS の B K 端のスペクトルを示す. ピーク C_B は B と C の結合を, ピーク D_B は O との結合に由来する電子状態を反映している. その他詳細については学会当日に報告する.

謝辞

本研究の成果の一部は, ナノテクノロジー拠点ネットワーク事業, 九州シンクロトロン光研究センター (090423N, 090662N, 100320AS) の支援を受けた. また筆者片宗は日本学術振興会特別研究員 (DC1) の支援を受けている.

[1] T. Yoshitake et al. Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007) L936.

[2] S. Al-Riyami et al. Appl. Phys. Express. 3 (2010) 115102.

[3] S. Ohmagari et al. Appl. Phys. Express. 5 (2012) 065202.

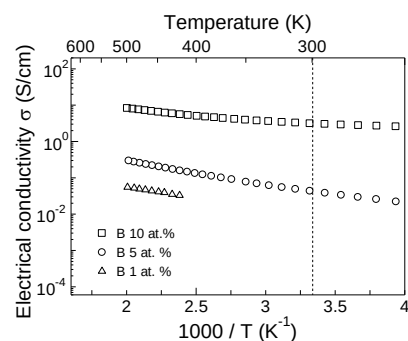


図 1. B 1, 5, 10 at.% 含有グラファイトターゲットにて作製した UNCD 膜における電気伝導特性の温度依存性

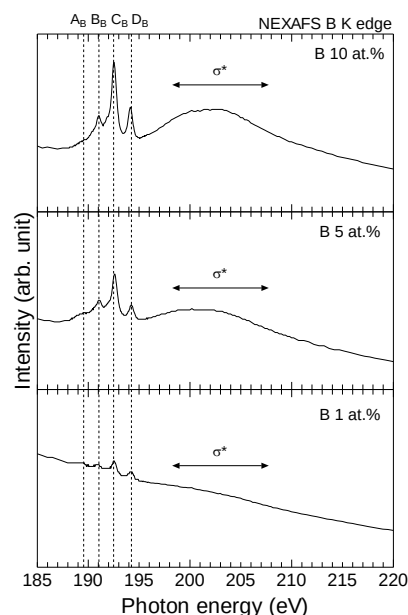


図 2. B 1, 5, 10 at.% 含有グラファイトターゲットにて作製した UNCD 膜の B K 端 NEXAFS スペクトル