

ホウ素ドーピング超ナノ微結晶ダイヤモンド/水素化アモルファスカーボン 混相膜の欠陥構造の評価

Characterization of Defects in Boron-doped Ultrananocrystalline

Diamond/Hydrogenated Amorphous Carbon Composite Films

○片宗 優貴¹、竹市 悟志²、吉武 剛² (1. 九工大、2. 九大)

○Yūki Katamune¹, Satoshi Takeichi², Tsuyoshi Yoshitake² (1.Kyutech., 2.Kyushu Univ.)

E-mail: katamune@ele.kyutech.ac.jp

1. 研究背景

超ナノ微結晶ダイヤモンド/水素化アモルファスカーボン混相 (UNCD/a-C:H) 膜は、粒径 10 nm 以下の UNCD 結晶と a-C:H とが混在する構造を有しており、膜中に無数に存在する結晶粒界が特徴的である[1]。UNCD/a-C:H 膜では、この特異な構造に起因した光電子物性が発現することで知られている[2]。物理気相合成法により作製される UNCD/a-C:H 膜に関して、特に 3-6 eV の光に対して 10^5 cm^{-1} を超える大きな光吸収を有するため、不純物ドーピングによる半導体物性制御および光励起されたキャリアの抽出が可能となれば、光電変換素子材料としての応用が期待できる。現在までにホウ素ドーピングによる電気特性制御、また n 型 Si とのヘテロ接合ダイオード動作に成功しており、深紫外光に対して UNCD 結晶を受光センターとする光電流の生成を確認している[3]。UNCD/a-C:H 膜のキャリア伝導を担う粒界や a-C:H は非晶質な構造を有しているため、欠陥として多数のダングリングボンドの存在が考えられる。本研究では、ホウ素ドーピング UNCD/a-C:H 膜に関して、ダングリングボンドおよびその終端原子である水素の評価を行い、電気特性との関係を調べたので報告する。

2. 実験方法

ホウ素ドーピング UNCD/a-C:H 膜の作製は、物理気相合成法的一种であるアーク放電による熱分解を利用した同軸型アークプラズマ銃 (CAPG) を用いて行った。蒸着材料にグラファイトを用い、ホウ素ドーピングには任意の量のホウ素を添加したグラファイトを使用した。膜作製条件は、水素雰囲気圧力 53 Pa、基板温度は 550°C とした。成長基板には、石英または n 型 Si を用いた。膜中の水素の定量は水素前方散乱 (HFS) 法により行い、ダングリングボンドの評価は電子スピン共鳴 (ESR) 法により行った。

3. 結果と考察

図 1 にアンドープ UNCD/a-C:H 膜の室温での ESR スペクトルを示す。図 1 の両端に観測された ESR 信号は、標準試料として同時に測定した、 Mg^{2+} によるものである。325.5 mT 付近の ESR 信号は、UNCD/a-C:H 膜によるものであり、g 値が約 2.0025 と見積もられ、炭素ダングリングボンドに由来することが明らかになった。アンドープ膜のスピン密度は、標準試料の信号との相対強度比より、 $\sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ 程度と見積もられた。UNCD/a-C:H 膜には、一般的な DLC と同程度のダングリングボンドが存在することが明らかになった。また、ホウ素ドーピングに関して、ドーピング量の増加に伴った信号強度の低下がみられた。これはスピン密度の減少を意味しており、ホウ素の一部は炭素ダングリングボンドの終端している可能性が高いことを示唆している。その他詳細については学会当日に報告する。

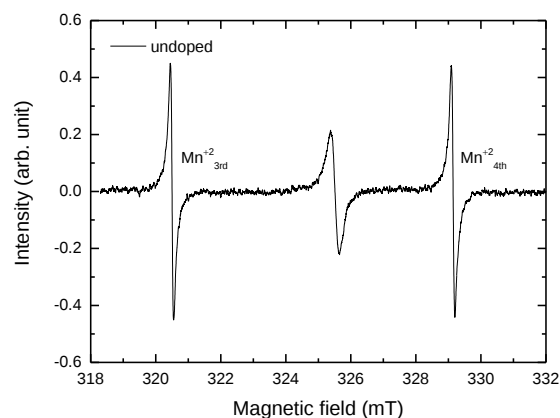


図 1 同軸型アークプラズマ堆積法で作製された
アンドープ UNCD/a-C:H 膜の ESR スペクトル。

本研究の一部は、日本学術振興会、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の支援を受けた。ESR 測定の実施にあたり、九州工業大学 高木精志名誉教授にご協力いただいた。ここに感謝の意を示す。

[1] T. Yoshitake et al., Jpn. J. Appl. Phys., **43** (2007) L936.

[2] P. Zapol et al., Phys. Rev. B, **65** (2001) 045403.

[3] S. Ohmagari et al., Jpn. J. Appl. Phys., **5** (2012) 065202.