



ダイヤモンド上グラフェンの光電子分光及び XAFS 測定

伊藤 孝寛^{1,2}、植田 研二²

1 名大 SR セ、2 名大院工

1. 背景と研究目的

従来の半導体材料では得られない新機能や優れた性能が実現できる材料として、炭素系材料が近年大いに注目を浴びている。中でもダイヤモンド及びグラフェンはその優れた物理特性から様々な電子材料への応用が期待されている。更に近年、炭素同素体である両者を組み合わせた sp^2/sp^3 界面で高効率光電変換や表面磁性等の多様な物理特性の発現が理論計算から提唱されており、炭素 sp^2/sp^3 界面に大きな注目が集まりつつある。この様な背景を踏まえ我々は、ダイヤモンド/グラフェン接合（炭素 sp^3/sp^2 接合）を作製し¹⁾、その電気特性について調査した所、光や熱で大きく電気伝導性が変化する新現象を見出した²⁾。しかし、その発現機構については良く分かっておらず、ダイヤモンド/グラフェンの界面状態や電子状態、配向性に関する知見を得る事が発現機構の解明に重要だと思われる。

2. 実験内容

マイクロ波プラズマCVD 法により作製したB ドープ p 型ダイヤモンド(100)半導体薄膜上に銅触媒を用いた高温アニール法（～950 °C、90 分）によりグラフェン作製を行った¹⁾。作製したダイヤモンド上グラフェンの電子状態や配向性等に関する知見を得るために、光電子分光及びXAFS測定等を行った。

3. 結果および考察

ラマン測定からはダイヤモンド上グラフェン層は単層である事が示唆されているが、結晶成長様式や配向性に関する情報は得られない。そこで、グラフェン層の配向性に関する情報を得る為に、LEED 測定を行った所、ダイヤモンドの正方晶に由来する4回対称のスポットは見られたが、グラフェンについてはごく薄いリング状パターンが見られるのみであった。この結果からダイヤモンド上グラフェンは面内配向しておらず、結晶性の低い多結晶的な状態である事が示唆された。さらに、角度分解光電子分光測定においても、光電子スペクトルの面内角度依存性はほとんど観測されず、LEED 測定結果と矛盾しないと考えられる。

ダイヤモンド上グラフェンの結晶配向性について評価する為に、全電子収量法による炭素-K 吸収端 XAFS の入射角度依存性を取得した（Fig. 1）。X 線入射角度は試料面に対して 45°、90°である。グラフェンに特有な2つの主要な遷移が見られたが、285 eV 付近の構造はC 1s π^* 、290-310eV 付近のブロードな構造はC 1s σ^* への遷移である。面直入射で π^* 遷移が強く表れ、角度を浅くすると π^*/σ^* 比が小さくなっている事から、ダイヤモンド上グラフェンは八ニカム構造を横にする形で垂直配向が起こりグラフェンウォール的になっている可能性が示唆される。配向性に関しては更に詳細な測定を行い議論する必要があるが、ダイヤモンド上グラフェンの特異な光伝導特性発現機構を考慮するのに重要な知見が得られたと考えている。

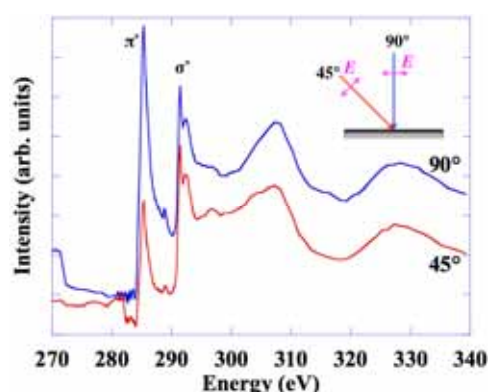


Fig.1 ダイヤモンド上グラフェンの XAFS の入射角度依存性

4. 参考文献

1. K. Ueda *et al.*, Dia. Relat. Mater. **63** (2016) 148.
2. K. Ueda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108** (2016) 222102.