

ラマン解析より求めたダイヤモンドライクカーボンの形成要素

Formative Elements of Diamondlike Carbon Films Deduced from their Raman Analysis

東北大・通研¹, 広島大・先端研², 東北大・多元研³, ○鷹林 将^{1,2}, 楊 猛³, 高桑 雄二³, 高萩 隆行²

RIEC, Tohoku Univ.¹, AdSM, Hiroshima Univ.², IMRAM, Tohoku Univ.³, ○Susumu Takabayashi^{1,2},

Meng Yang³, Yuji Takakuwa³, Takayuki Takahagi²

E-mail: stak@riec.tohoku.ac.jp

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)は, sp^2 炭素・ sp^3 炭素・水素から構成されるアモルファス炭素材料であり, 平滑性, 耐摩耗性, 導電性から絶縁性までの幅広い電気特性などの興味深い物性を示すことから, 幅広い応用が期待されている. ただし, その特性は成膜法に依存しており, 単純な三成分比だけでは説明は困難である. 著者らは先に, 光電子制御プラズマ化学気相成長(PA-PECVD)法で成膜した DLC 薄膜の電気特性(誘電率・絶縁破壊電界)と化学構造との関係を, ラマン分光法によって考察し, 同薄膜の化学構造モデル(sp^2 クラスターモデル)を提案した.¹ 今回はこれを基礎にして, 成膜法の異なる DLC 薄膜の形成要素およびその熱化学構造変化を検討し, 各用途に対する DLC 成膜法の最適化を検討した.

DLC 成膜には, CVD 例として PA-PECVD ならびにイオン化蒸着(ID)法を, 物理気相成長(PVD)例として非平衡マグネトロンスパッタリング(UBMS)法の計 3 種類の手法を用いた. 表 1 に各成膜条件を示す. ID 法ではベンゼンガスを源とした. PA-PECVD 法ではメタン/アルゴン(CH_4/Ar)雰囲気で行った. UBMS 法ではグラファイトをターゲットとして, 雰囲気 CH_4/Ar 比を変えて, 水素量の異なる 3 つの薄膜を得た. これら薄膜は室温でのラマン測定の際に, 超高真空中任意の温度で 30 分間アニールし, 放冷後取り出してから測定を行った.

図 1(a)に, 成膜直後の各種 DLC 薄膜のラマンスペクトルを示す. PA-PECVD 膜以外の膜では, 1450 cm^{-1} 付近のピークが膨らみ, かつ 1550 cm^{-1} 付近の G バンドピークが非対称性を生じていることが見て取れる. また 1300 cm^{-1} 付近の D バンドピークも同様に増大していることがわかる. 図 1(b)–(d)には, 既報¹に基づいた PA-PECVD, ID, UBMS 各々の成膜 DLC のラマンスペクトル解析結果を示す. PA-PECVD 膜においては, 対称型の Voigt 型関数を用いて G, D 両バンドがフィッティングできたが, ID および UBMS 膜に関しては, G バンド成分の縮退が解けて, 対称の G^+ と BWF-Gauss 関数を用いた非対称な G^- とに分裂した. ID 膜のラマンスペクトルの膜ポストアニールの影響について論じた以前の発表²においては, G^- 成分はポストアニールによって形成された, 自由度の制限された歪み sp^2 クラスター成分に因ると結論した. ID, UBMS 両法では基板側をグラウンドとした一方, PA-PECVD では対極側をグラウンドとした逆の配置をしており³, 同法では顕著なイオンアシスト効果が得られる. したがって, PA-PECVD 成膜の化学構造歪みはこのアシストによって緩和・再配向され, G バンドは分裂しなかったものと考えられる.

本研究の一部は, JSPS 科研費 若手研究(A) No. 26709017 の助成を受けた.

参考文献: 1. S. Takabayashi et al., J. Appl. Phys. **116**, 093507 (2014); 2. 鷹林, 高萩, 第74回応物秋季大会予稿集, 17p-D1-15 (2013); 3. T. Takami et al., e-J. Surf. Sci. Nanotechnol. **7**, 882 (2009).

表 1. DLC 薄膜の成膜条件の一覧

method	source gas (atmosphere)	target
ID	benzene	—
PA-PECVD	methane/argon = 20/ 100	—
UBMS	= 0 / 100	graphite
UBMS	= 6 / 100	graphite
UBMS	= 12 / 100	graphite

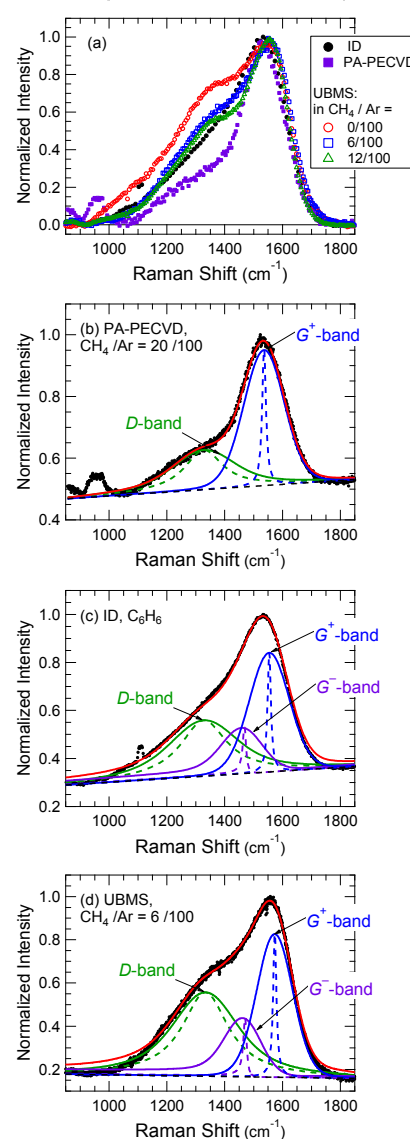


図 1. (a) 種々の DLC 薄膜のラマンスペクトル. (b) PA-PECVD, (c) ID, および(d) UBMS 成膜 DLC 薄膜のラマンスペクトル解析結果.