

HF-HiPIMS 法を用いた DLC 膜のラマンスペクトルにおける フィッティングバンド数の検討

Investigation of number of fitting bands in the Raman spectra of DLC films using the HF-HiPIMS method

岡山理大¹, 東京電子², 岡山工技³, 有明高専⁴, ケニックス⁵,

○(D) 福江 紘幸¹, 中谷 達行¹, 岡野 忠之², 黒岩 雅英²,

岡次 真輔³, 鷹林 将⁴, 太田 裕己⁵, 米澤 健^{5,1}

Okayama Univ. of Sci.¹, Tokyo Electronics Co., Ltd.², Ind. Technol. Cent. Okayama Pref.³,

National Inst. Technol., Ariake College⁴, Kenix Corporation⁵,

○Hiroyuki Fukue¹, Tatsuyuki Nakatani¹, Tadayuki Okano², Masahide Kuroiwa²,

Shinsuke Kunitsugu³, Susumu Takabayashi⁴, Hiroki Oota⁵, Ken Yonezawa^{5,1}

E-mail: t20sd02@ous.jp

【緒言】DLC (diamond-like carbon) 膜の化学構造解析には、ラマン分光法が広く用いられている。本研究グループではこれまでに構造対称性操作によるラマンスペクトルの 5 ピーク分離解析について報告しているが[1], 従来の 2 ピーク分離解析との優位性については明らかにされていない。本報告では、HF-HiPIMS (high-frequency inclusion high-power impulse magnetron sputtering) 法を用いた DLC 膜を例にラマンスペクトルにおけるフィッティングバンド数について検討したので報告する。

【実験方法】成膜条件は、圧力 0.5 Pa, スパッタガスとして Ar を 5 sccm 導入し、負カソード電圧を $-770 \sim -870$ V, 基板バイアス電圧を OFF とした。パルス条件は、予備放電パルス 20 μ s 後、休止区間 5 μ s を経て、主放電パルス 50 μ s 後、HF パルスを 36 μ s 印加した。膜密度の測定には X 線反射率測定法を、 sp^3 比の測定には X 線光電子分光法を用いた。2 ピーク分離解析のラマンスペクトルはガウス関数を用いて 2 つのバンド (D , G), 5 ピーク分離解析のラマンスペクトルはフォクト関数を用いて 5 つバンド (N , D , G^- , G^+ , D') に波形分離した[1]。

【結果と考察】Fig. 1 に sp^3 比と (a) 膜密度, (b) I_D/I_G 比, (c) N バンド面積比の関係を示す。Fig. 1 (a) から sp^3 比と膜密度が強い相関を示しており、HF-HiPIMS 法で成膜した DLC 膜が一般的なものであることが確認された。Fig. 1 (b) と Fig. 1 (c) を比較すると、5 ピーク分離解析の方が sp^3 比との相関が強いことが確認された。2 ピーク分離解析の D バンドは disorder, G バンドは graphite であり、いずれも sp^2 炭素に関するものである。一方、 N バンドは、 E_{1g} の振動モード (yz, zx) に由来し、ダイヤモンドの振動モード (xy, yz, zx) に類似していることから、相関が強いことが示唆される。以上より sp^3 比との相関関係から 5 ピーク分離解析の優位性を確認できた。

[1] S. Takabayashi et al., *Diamond & Related Materials*, 81, 16–26 (2018).

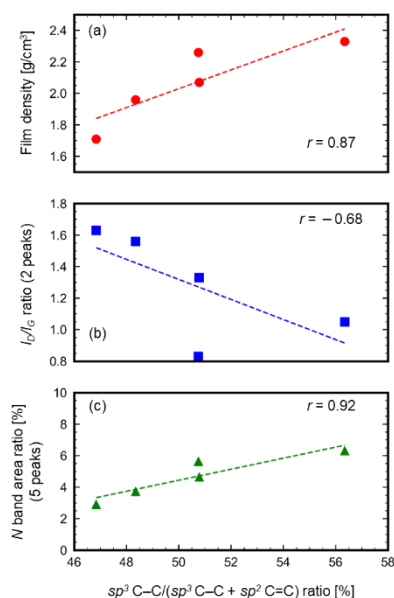


Fig. 1 Relationship between sp^3 ratio and (a) film density, (b) I_D/I_G ratio and (c) N band area ratio.