

高周波 HiPIMS 法を用いた DLC 膜の膜密度と炭素結合の関係

Relationship between film density and carbon bonding in DLC films

using high frequency 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,○(DC)福江 紘幸¹, 中谷 達行¹, 岡野 忠之², 黒岩 雅英²,國次 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】HiPIMS (High Power Impulse Magnetrons Sputtering) 法は, 単パルスに大電力を瞬間的に投入する成膜方法で, 薄膜の高機能化に有効である一方, 大電力に起因する膜質の低下という課題を抱えている. 本研究グループでは, この課題の解決のために新たな HiPIMS 法として高周波 (High Frequency; HF) -HiPIMS 電源を開発した[1]. 本報告ではこの電源を用いた DLC (Diamond-Like Carbon) 膜の膜密度と炭素結合の関係について報告する.

【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 線反射率測定法を用いた. 炭素結合はラマン分光法により測定し, 得られたラマンスペクトルはフォークト関数を用いて 5 つバンド (N : 1232 cm^{-1} , D : 1339 cm^{-1} , G^- : 1442 cm^{-1} , G^+ : 1542 cm^{-1} , D' : 1621 cm^{-1}) に波形分離した[2]. 波形分離は, Python による自作プログラムで実行した.

【結果と考察】Fig. 1 にラマンスペクトルを示す. 本研究では膜密度と D バンド面積比について注目する. Fig. 2 に膜密度と D バンドの関係を示す. 膜密度と D バンドは負の相関 ($r = -0.93$) を示した. 成膜法による DLC ラマンスペクトルの報告によれば, イオンアシストが弱いほど, ラマンスペクトルの D バンドの強度が上がる[2]. 本研究では膜密度が増加すると D バンドが小さくなっていることがわかる. よって, 膜密度の増加は入射イオンが強いことが示唆される. 以上より, 5 ピーク分離で得られた D バンドが小さくなると入射イオンが強くなり, DLC 膜の膜密度が増加することがわかった.

[1] 岡野忠之 他, 特許第 6467075 号

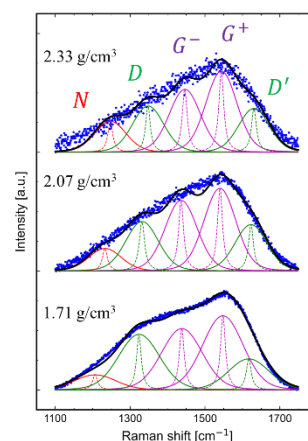
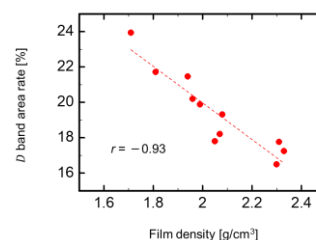
[2] S. Takabayashi et al., *Diamond & Related Materials*, 81, 16–26 (2018).

Fig. 1 Raman spectra.

Fig. 2 Relation between film density and D band area rate.