HiPIMS および高周波 HiPIMS 法を用いた DLC 膜の化学結合評価

Chemical bonding evaluation of DLC films using HiPIMS and high frequency HiPIMS methods

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 College[4], Kenix Corporation[5],
°Hiroyuki Fukue[1], Tatsuyuki Nakatani[1], Tadayuki Okano[2], Masahide Kuroiwa[2],
Shinsuke Kunitsugu [3], Susumu Takabayashi[4], Hiroki Oota[5], Ken Yonezawa[5, 1]
E-mail: t20sd02@ous.jp

【緒言】本研究グループでは，膜質の向上を目的に新たな HiPIMS（High Power Impulse Magnetrons Sputtering）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と従来の（unipolar ; UP）HiPIMS 法を用いた DLC（Diamond-Like Carbon）膜の化学結合評価について報告するとともに，HF-HiPIMS 法の有用性を検証する．

【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，基板バイアス電圧を OFF とした．HF-HiPIMS 法のパルス条件は，予備放電パルス 20 μs 後，休止区間 5 μs を経て，主放電パルス 50 μs 後，HF パルスを 36 μs 印加した．比較用の UP-HiPIMS 法のパルス条件は，主放電パルス 50 μs 印加した．化学結合評価には XPS（X-ray Photoelectron Spectroscopy）を用いた．XPS から得られたスペクトルの波形分離は，疑似フォークト関数（ガウス関数 70%，ローレンツ関数 30%）と非線形最小二乗法を用い，Python でプログラムを自作し，解析を行った．

【結果と考察】Fig. 1 に HF-HiPIMS 法で成膜した DLC 膜の XPS スペクトルを示す．ダイヤモンド構造の化学結合を表す $sp^3/(sp^3+sp^2)$比が 56.1%（面積比）であった．一方，同パルス条件の UP-HiPIMS 法で成膜した DLC 膜の XPS スペクトルを Fig. 2 に示す．UP-HiPIMS 法のダイヤモンド構造の化学結合を表す $sp^3/(sp^3+sp^2)$比が 36.1%であった．これは T1 パルスの印加によって T3 区間の放電の立ち上がりが早まり，膜内部へ到達する炭素イオンが増加したためと推察される．$sp^3/(sp^3+sp^2)$比の増加により DLC 膜の高硬度・高密度化が示唆される．以上より HF-HiPIMS 法による HiPIMS 法の多段パルス化によって DLC 膜の高機能化を達成することができた．よって，HF-HiPIMS 法の有効性を検証できた．

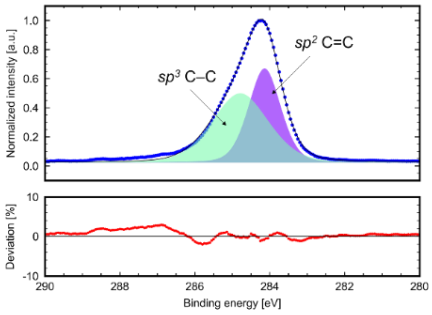

Fig. 1 XPS spectrum (HF-HiPIMS).

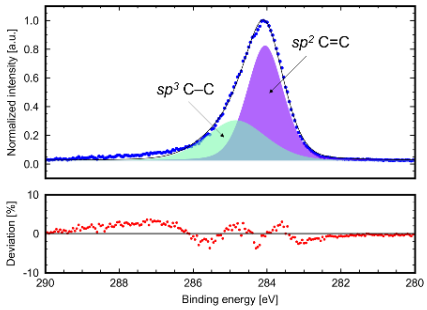

Fig. 2 XPS spectrum (UP-HiPIMS).

[1] 岡野忠之 他，特許第 6467075 号