

ヘキサンと N₂ の混合気体マイクロ波放電を用いて作製した高窒素含有 a-CN_x:H 膜の結合状態解析

Analysis of the bonding states of a-CN_x:H films with high-nitrogen content fabricated from the microwave-plasma discharge of the gas mixture of hexane with N₂

長岡技科大工 ○伊藤治彦、平松拳也、董福、斉藤秀俊

Nagaoka Univ. of Tech., Haruhiko Ito, Kenya Hiramatsu, Dong Fu, Hidetoshi Saitoh

E-mail: bu7dd8@nagaokaut.ac.jp

[序] 炭化水素と N₂ との混合気体放電は水素化アモルファス窒化炭素を合成する方法の一つとして広く用いられている。炭化水素として CH₄ を用いる研究例は数多く報告されているが、高い窒素含有率を達成する観点からは必ずしも有効ではない。我々はこれまでの研究で、炭化水素の分圧を N₂ のそれに比べて十分に低くとるにより、[N]/([N]+[C])比が最大で 0.5 の高窒素含有率を達成した[1]。本発表では n-ヘキサンおよびシクロヘキサンを原料に高窒素含有 a-CN_x:H 膜を作製し、主に XPS を用いて結合状態を解析した。

[実験] 石英管中で N₂ をマイクロ波で励起・放電 (2.45 GHz、100 W) し、そこに上記のヘキサン系化合物を添加した。N₂ の分圧 (*P*) は 0.1-0.4 Torr、ヘキサンの分圧は 7 mTorr 程度とした。石英管の下流約 100 mm で放電生成物を Si 基板上に堆積させた。生成物の元素分析を XPS (低分解能) で、結合状態の解析を XPS (高分解能) のたたみ込み解析で行った。その他、赤外スペクトルも測定した。

[解析と結果] ここでは n-C₆H₁₄ についての結果を述べる。Table 1 に元素分析の結果を示す。[N]/([N]+[C])比は 0.32-0.46 の範囲であった。Fig. 1 の上段に *P*=0.2 Torr の条件で作製した膜の XPS スペクトル (N1s、高分解能; 半値幅 0.2 eV) を示す。下段は C≡N または C-N 結合および C=N 結合についてそれぞれガウス型のプロファイルを仮定し、遷移エネルギーと面積強度をパラメータにとって最小二乗法解析を行った結果である。ただし 2つのプロファイルの半値幅を共通にとり、1、2 および 3 eV と変化させた。その結果、半値幅が 2 eV のときに最良の解析結果が得られた。他の作製条件でも 2 eV が最良で、Table 2 の結果となった。

その結果、[N]/([N]+[C])比が 0.4 を超える膜では C≡N と C=N の割合がそれぞれ 0.55 および 0.45 になり、比が 0.3 程度では C=N の割合が低下した。シクロヘキサンの結果は当日に発表する。

[1] H. Ito, N. Mogi, K. Okada, and H. Tsudome, *Diamond Relat. Mater.* **63**, 125-131 (2016).

Table 1 Atomic compositions of a-CN_x:H

<i>P</i> [Torr]	C%	N%	O%	[N]/([N]+[C])
0.1	60	28	12	0.32
0.2	48	42	10	0.47
0.3	47	45	8	0.49
0.4	49	48	3	0.47

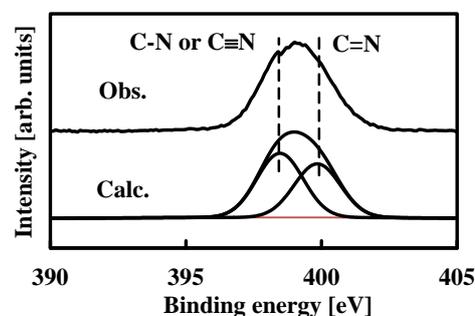


Fig. 1 N1s XPS spectrum and the analysis

Table 2 Bonding states of N atoms

<i>P</i> [Torr]	C≡N or C-N	C=N
0.1	0.68	0.32
0.2	0.54	0.46
0.3	0.57	0.43
0.4	0.55	0.45