

アモルファス窒化炭素薄膜の窒素源について

On the Nitrogen Source of Amorphous Carbon Nitride Films

長岡技科大工 ○伊藤 治彦, 山元 愛弓、NURUL IZZATY BINTI ZAMRI、鈴木常生

Nagaoka Univ of Tech ○Haruhiko Ito, Ayumi Yamamoto, Nurul Izzaty Binti Zamri, Tsuneo Suzuki

E-mail: bu7dd8@nagaokaut.ac.jp

アモルファス窒化炭素またはそれらの水素化物 ($a\text{-CN}_x$ または $a\text{-CH}_x\text{H}$) の合成では膜中に窒素原子をできるだけ多く含ませるための試みが数多くなされてきた。最も多く報告された方法の一つは窒素ガスと CH_4 などの有機化合物蒸気との混合気体放電である。しかしプラズマ中のどのラジカル種が膜の窒素源となるかが明らかにされておらず、試みの多くは試行錯誤にもとづいた経験的なものにとどまっている。本研究では(1)式で定義される s の値にもとづいて CN ラジカルがどの程度膜の窒素源になっているかを調べた。

$$s = N_{a\text{-CN}} / n_{\text{CN(X)}} V A t_d \quad (1)$$

$N_{a\text{-CN}}$ は基板上に膜として堆積した N 原子数、 $n_{\text{CN(X)}}$ は CN ラジカルの数密度、 V は装置内の流速、 t_d は成膜時間、 A は Si 基板の面積である。CN ラジカルのレーザー誘起蛍光 (LIF) 分光法により $n_{\text{CN(X)}}$ を、時間分解発光計測で V を求め、膜重量(w)と膜の組成分析をもとに $N_{a\text{-CN}}$ が求められるので、 s が決定される。Ar の放電フローによる BrCN の分解では CN ラジカルが選択的に生成するので、この反応で求められる s (以後 s_{BrCN} と略す) は CN ラジカルの付着確率を表す。いろいろな反応で s を求め s_{BrCN} と比較すると、それぞれの反応で CN ラジカルがどの程度寄与するかを見積もることができる。本発表では N_2 ガスと極微量の C_6H_6 との混合気体マイクロ波放電で形成された $a\text{-CH}_x\text{H}$ について、 s を求めた。

図 1 に実験に用いた装置の概略を示す。チャンバー上流の石英管中で 0.2-0.4 Torr の N_2 ガスフローに C_6H_6 (5 mTorr) を混合し、マイクロ波放電 (2.45 GHz, 60 W) を行った。チャンバー中央に Nd:YAG レーザー励起色素レーザー (615-630 nm, 3 mJ/pulse) を導入し、 $\text{CN}(A^2\Pi - X^2\Sigma^+)$, 4-0 バンドの LIF スペクトルを測定した (図 2)。スペクトルのシミュレーション解析から各遷移の相対強度を求め、それら

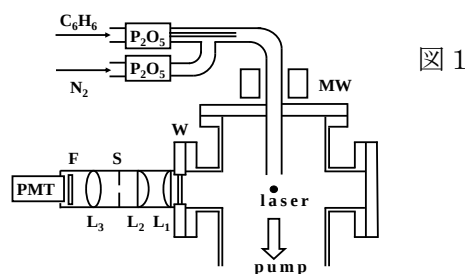


図 1

を N_2 ガス 0.6 Torr における Rayleigh 散乱強度を用いて校正し、各遷移に寄与する分子数を決定した。それらを各スピン・回転準位について足し合わせ、 $\text{CN}(X^2\Sigma^+)$, $v=0$ 準位の分子数を決定しこれを $n_{\text{CN(X)}}$ とした。レーザー照射位置に Si 基板を置き、 $t_d=1$ h の条件で $a\text{-CH}_x\text{H}$ 薄膜を形成させ、 w を求めた。さらに He^{2+} ビームを用いた Rutherford 後方散乱と弾性反跳分析を用いた元素分析を行った。

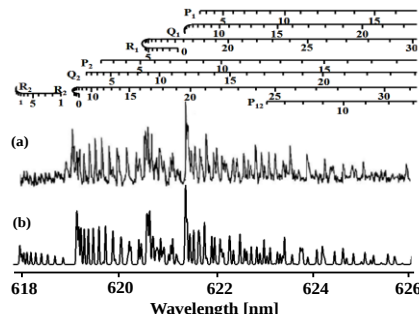


図 2

図 3 に得られた s の値を示す。どの条件でも s_{BrCN} を上回っており、CN ラジカルの寄与は 35-50%程度であった。電子衝撃による N_2 分子の解離と C_6H_6 分子との反応について定常状態の近似を用いると、CN 以外の N 源は N_2 の放電分解で生じた N 原子であると推定された。

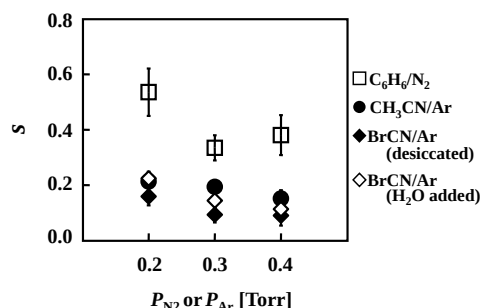


図 3