

室温ソフトプラズマによる $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 薄膜形成法の開発

Development of $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ thin film formation at room temperature by PECVD

横国大院工¹ 渡部 亨¹, マイホンミン¹, 羽深 等¹

Yokohama Nat. Univ.¹ Toru Watanabe¹, Mai Hong Minh¹ and Hitoshi Habuka¹

E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

[序論] $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 膜は、耐久性及び耐熱性と耐酸性を向上させる保護膜材料として幅広く応用できると期待されている。室温で $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 膜を製膜できれば、融点の低い材料にも適用可能になる。既往の研究[1]において、アルゴン(Ar)プラズマ中にモノメチルシラン(SiH_3CH_3 , MMS)ガスと窒素(N_2)ガスを供給することにより、非晶質 $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 薄膜が室温で形成可能であることが報告されたことから、本研究では、室温で製膜される $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 膜の膜厚と組成の制御について調査した。

[実験] Fig. 1 に試料作製に用いた製膜装置と条件を示す。基板として市販の Al 板 (1 cm 角) を用いた。Ar プラズマ中で Al 基板の表面を清浄化した後、Ar プラズマ中に MMS ガスと N_2 ガスを導入して製膜した。酸素は原料ガス中の ppm 程度の不純物 (O_2 , H_2O など) から導入されることを仮定した。電流値は 1~2 mA であった。これらの操作は、全て室温で行われた。作製した膜の膜厚と組成を X 線光電子分光 (XPS) 法により分析した。

[製膜機構] Ar プラズマ中において N_2 と MMS などの分子内の結合が切断されることにより、活性種が形成される。プラズマ中において活性化された化学種 (Ar^* , N^* , Si^* , C^* , O^*) が、 $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 薄膜の形成に寄与することを仮定した。

[結果と考察] 製膜時間と膜厚、組成の関係を調べるために、MMS 濃度 40 %, N_2 濃度 40 %, Ar 濃度 20 %, 圧力 15 Pa に固定し、電流値 1-2 mA, 時間 5, 8, 10 分において製膜した。

膜厚と製膜時間の関係を Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示すように、製膜時間と共に膜厚は増加し、直線の傾きから製膜速度は、17 nm/min であった。製膜時間 10 分の場合の深さ方向の XPS 組成分析結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 に示すように深さ方向の組成は、Si, C, N, O 共に一定の範囲内に保たれていた。これは製膜時間 5, 8 分についても同様であった。したがって、室温の製膜においても 10 分以内において製膜時間を変化させることにより、組成を深さ方向に対して一定に保ちつつ膜厚を制御できることが分かった。

[結論] $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ 膜を室温で形成する技術を開発するため、膜厚の制御について調査した。その結果、製膜時間を変化させることにより、組成を一定に保ちつつ膜厚を制御できることが分かった。

[文献]

[1] M. H. Minh, T. Watanabe, K. Shioda and H. Habuka, ECS J. Solid State Sci. Technol., 6 (7), P443-P448 (2017).

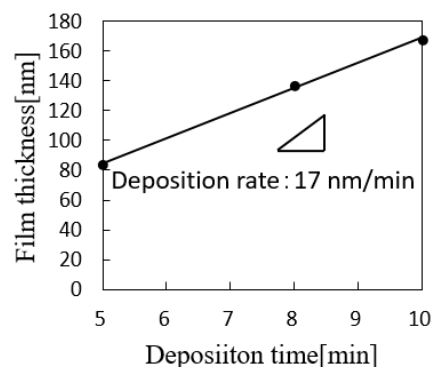


Fig. 2 Relationship between $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{O}_z$ film thickness and deposition time

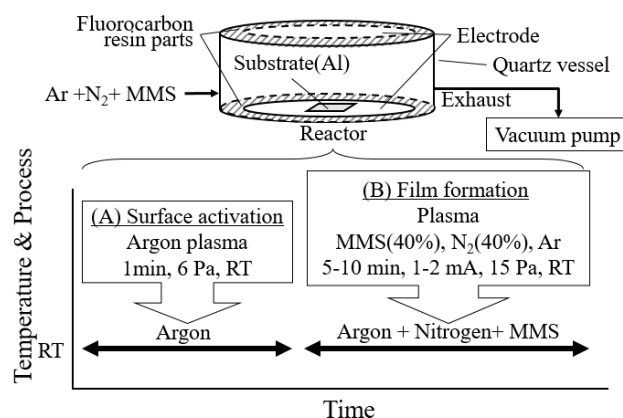


Fig. 1 Plasma reactor and process

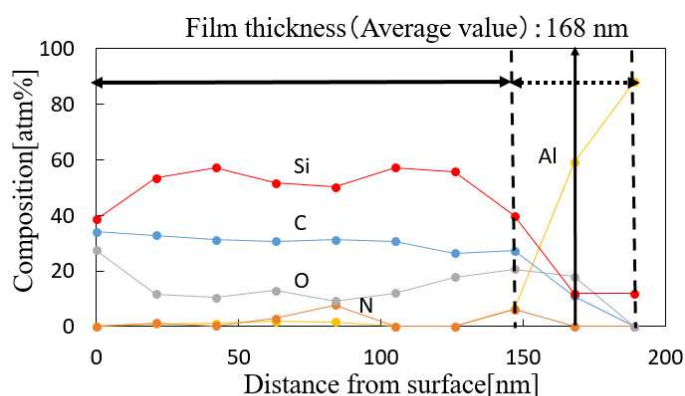


Fig. 3 Depth profile of composition by XPS (Deposition time 10 min)