

C₂H₂, N₂, Ar 混合気体の RF プラズマ CVD を用いた高窒素含有水素化アモルファス窒化炭素薄膜の合成

Fabrication of hydrogenated amorphous carbon nitride films with high nitrogen content
using the RF plasma CVD of the gas mixture of C₂H₂, N₂, and Ar

長岡技科大 °伊藤 治彦, 綿貫 了太, 鈴木 常生, 斎藤 秀俊

Nagaoka Univ. of Tech, °Haruhiko Ito, Ryota Watanuki, Tsuneo Suzuki, and Hidetoshi Saitoh

E-mail: bu7dd8@nagaokaut.ac.jp

〔序〕 窒化炭素材料は、同じアモルファスで比較すると、アモルファス炭素に比べて高硬度になると予想されている。その理由は sp³ 混成軌道の C-C 単結合距離 (0.154 nm) に対し C-N 単結合距離 (0.147 nm) の方が短いため、仮に後者の結合を使って 3 次元的なネットワークを形成できればアモルファス炭素よりも高硬度になるとの予測にもとづいている。それを実現させるためには、[N]/([N]+[C])比を理論的最大値である 0.57 に近づける必要がある。我々の研究グループでは、C₂H₂/N₂ 混合気体のマイクロ波プラズマ CVD で生成した a-CN_x:H 薄膜について、[N]/([N]+[C])比の最大値が膜表面で 0.49、膜内部で 0.56 を達成した[1]。このような状況がどの程度一般性をもつか、本研究では同じ混合気体に対して高周波 (RF) プラズマを用いた場合を調査した。

〔実験〕 Fig. 1 に本研究で用いた容量結合型 RF プラズマ CVD 装置の概略を示す。高周波電源 (13.56 MHz) の出力を、マッチングボックスを介して位相整合をとり装置上部の電極に印加した。上部の印加電極と下部の接地電極のそれぞれの中心に Si 基板をカーボンテープで接着した。装置はメカニカルブースターポンプと油回転真空ポンプで排気し、到達真空度は 0.4 Pa である。まず装置内部を Ar (39.9 Pa) プラズマで空放電を 4 h 行った。その後 C₂H₂ (0.5 Pa)、Ar と N₂ の混合気体 (39.9 Pa) を、それぞれ P₂O₅ 粉末を充填したセルを通して脱水して装置内に導入しプラズマを発生させた。高周波の電力は 50-150 W とした。生成した a-CN_x:H 膜は XPS-Nexsa および RBS/ERDA で元素分析を行った。前者では Ar クラスターイオンビームを用いたエッチングを行った。その条件はクラスターサイズ 2×10³、加速エネルギー 4 keV、エッチング時間 10 min とした。

〔結果〕 Fig. 2 に、印加電極上に堆積した a-CN_x:H 膜の元素分析を行い、[N]/([N]+[C])比を求めた結果を示す。図中には Ar クラスターイオンビームによるエッチングを行ったものと行わなかったものを示す。これにより、[N]/([N]+[C])比の最大値は膜表面で 0.38、膜内部で 0.42 であった。

文献

- [1] 2022 年第 83 回応用
物理学会秋季学術講演会、
講演番号 22p-A202-3

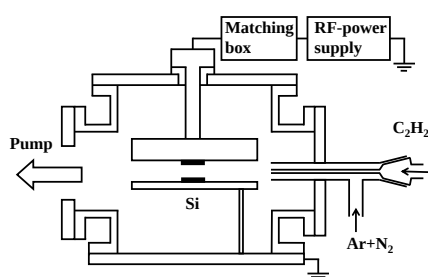


Fig. 1 RF-plasma CVD apparatus used in this study.

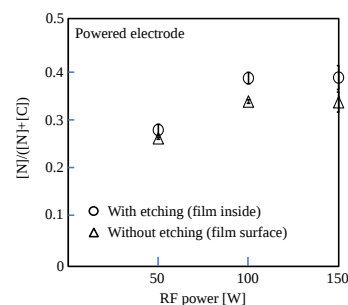


Fig. 2 The [N]/([N]+[C]) ratios of films deposited onto the powered electrode