

酸素含有雰囲気下での層状窒化炭素膜の作製とその電気的特性への効果

Fabrication of layered carbon nitride films under an oxygen-containing gas atmosphere

and its effect on electronic property

信州大学¹, 信州大学 先端材料研究所² [○]樋口 航太¹, 橘 昌希¹, 浦上 法之^{1,2}, 橋本 佳男^{1,2}

Shinshu Univ.¹, Shinshu Univ. RISM²

[○]Kota Higuchi¹, Masaki Tachibana¹, Noriyuki Urakami^{1,2}, Yoshio Hashimoto^{1,2}

E-mail: urakami@shinshu-u.ac.jp

窒素(N)と炭素(C)から構成され層状構造をとるグラファイト状窒化炭素(g-C₃N₄)は、有害元素を含まず生体や自然と調和する電子材料として注目されている。g-C₃N₄ は結晶方位に依存した電流異方性が確認されており、積層方向が面内方向に比べて4桁程高い導電率を有す[1]。一般的にg-C₃N₄ はn型の導電性を示すが、先行研究で作製されたg-C₃N₄膜はp型の導電性を示すことが確認されている[1]。本報告では、作製雰囲気酸素割合制御によるg-C₃N₄の組成変化とn型導電性制御を目的とする。

試料の作製には、化学気相成長法(CVD)を用いた。前駆体のメラミン(C₃N₆H₆)とc面サファイア基板を石英管内に設置し、石英管内の雰囲気を窒素と酸素の混合雰囲気で充満した。雰囲気中の酸素割合は、10、20 および 30 %に設定した。成長温度は600、575 および 550 °C に設定し、それぞれの条件下にて作製した。成長時間は2時間20分とし、電気管状炉の温度勾配を利用することで前駆体を供給しg-C₃N₄膜を成長させた。その後、c面サファイア基板上に下部電極としてAlまたは剥離したグラファイト電極を配置し、作製したg-C₃N₄膜を転写後、上部電極としてAlまたは剥離したグラファイト電極を乾式転写により積層することで、g-C₃N₄の積層方向に沿う電流を測定した。

条件別に作製されたg-C₃N₄膜の電流-電圧特性の傾向を表1に示す。成長温度600 °C、窒素雰囲気下にて作製されたg-C₃N₄膜はp型の導電性を示すことが確認できている[1]。それに対して、本研究での成長温度600 °C および酸素割合30 %、成長温度575 °C および酸素割合20 %、成長温度550 °C および酸素割合10 %の三条件下で作製されたg-C₃N₄膜はAl電極とのオーミック接触が確認され、Schottky-Mott 則からn型の導電性であると考えた。また、より低い成長温度かつ作製雰囲気酸素割合が多い条件下で作製されたg-C₃N₄膜は、しきい値電圧を境に電流が急激に増加する特性が確認された。図1にその傾向が見られた成長温度550 °C および酸素割合20 %で作製されたg-C₃N₄膜の電流-電圧特性を示す。印加電圧2-3 V以上にて、電流が多項式($I \propto V^{2.07}$)に従うことがわかった。

謝辞
本研究の一部は、科研費(21K14194)、マツダ財団(21KK-206)および池谷科学技術振興財団(0351081-A)の援助を受けて行われた。

[1] K. Takashima, *et al.*, Mater. Lett, **281**, 128600 (2020).
[2] P. Patra, *et al.*, Appl. Phys. Lett, **118**, 103501 (2021).

Tab.1 I-V characteristics of g-C ₃ N ₄ films grown under different conditions. Al is used as electrodes.			
	O ₂ 10 %	O ₂ 20 %	O ₂ 30 %
600 °C	N.D.	N.D.	Linear (Ohmic contact)
575 °C	N.D.	Linear (Ohmic contact)	Nonlinear
550 °C	Linear (Ohmic contact)	Nonlinear	Nonlinear

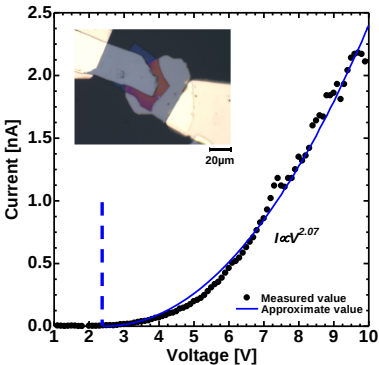


Fig.1 I-V curve of g-C₃N₄ deposited at 550 °C under atmosphere 20 % O₂ gas.