

窒化炭素膜による電界効果トランジスタの作製

Fabrication of field-effect transistors using carbon nitride films

信州大工¹, 信州大 先鋭材料研² ○橋 昌希¹, 樋口 航太¹, 浦上 法之^{1,2}, 橋本 佳男^{1,2}Shinshu Univ.¹, Shinshu Univ. RISM²○Masaki Tachibana¹, Kota Higuchi¹, Noriyuki Urakami^{1,2}, Yoshio Hashimoto^{1,2}

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

窒化炭素は豊富に存在する元素で構成される化合物であり、人や自然への調和性を実現する機能性材料である。グラファイト状窒化炭素(g-C₃N₄)は数ある結晶多型の中でも層状構造を持ち、二次元でも三次元でも機能する。その電子構造は禁制帯幅(E_g)が 2.8 eV 程度の半導体であるため、電気電子材料としての潜在性を有している。最近では、絶縁層に Low-k 高分子絶縁体であるポリパラキシレン($\epsilon_r = 3.0$)を用いた g-C₃N₄ 膜の電界効果素子の面内キャリア輸送制御が確認されている[1,2]。本研究では、絶縁層に high-k 絶縁体である二酸化ジルコニウム(ZrO₂) ($\epsilon_r > 15$)を用いることによる金属-絶縁体-半導体(MIS)構造からなる電界効果トランジスタ(FET)の作製を目的とする。

g-C₃N₄ 膜の作製には化学気相成長法を用いた。前駆体であるメラミン(C₃H₆N₆)原料と洗浄したサファイア基板を入れた石英試験管を電気管状炉で基板温度 600 °C で 2 時間 20 分加熱した。作製中は窒素ガスを 1.0 L/min で流し続けた。その後、g-C₃N₄ 膜を剥離し絶縁性基板に転写した。面内方向にソース/ドレインとして Au 電極を配置し、電子線蒸着法により ZrO₂ ゲート絶縁膜(20 nm)を成膜後、ゲートとして Au 電極を作製した(図 1)。

作製した g-C₃N₄FET において、伝達特性を図 2 に示す。V_{gs} の増加に伴い I_{ds} が増加し、電界効果が得られた。一般的に g-C₃N₄ は n 型半導体であるが[3]、本研究では p 型の様相が示された。我々が検討している g-C₃N₄ は比較的高温で合成しており、C 過剰となることで意図しない不純物添加効果が発生したと考えられる[4]。以上より、ZrO₂ をゲート絶縁体を用いて g-C₃N₄FET を実証することができた。

謝辞 本研究の一部は、科研費(21K14194)およびマツダ財団(21KK-206)の援助を受けて行われた。

[1] N. Urakami *et al.*, AIP Advances. **11**, 075204 (2021)

[2] 橋昌希 他、第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集、22p-A202-7。

[3] G. Dong, *et al.*, J. Photochem. Photobiol. C, 20 (2014), p. 33

[4] K. Takashima, N. Urakami *et al.*, Materials Letters. **281**, 128600 (2020)

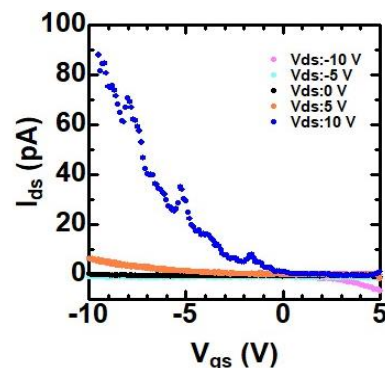
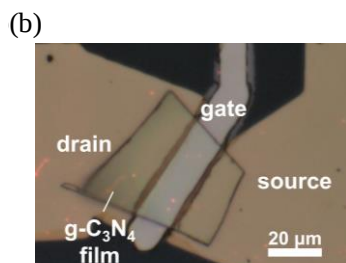
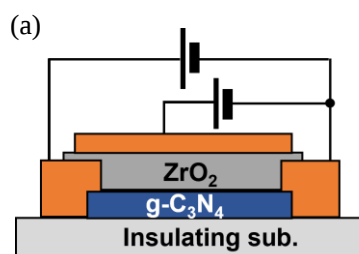


Fig.1 (a) Schematic cross section and (b) optical micrograph of the g-C₃N₄ FET.

Fig.2 Transfer characteristics of the g-C₃N₄ FET depending on drain-source bias.