

低温水素前処理されたC終端SiC基板上に成長させたグラフェンを用いたトランジスタの高速キャリア輸送特性の評価

Carrier transport characteristics of transistors by using graphene grown C-terminated SiC with low-temperature H₂ treatment

○鴨川貴優¹, 佐々木文憲¹, 小濱路生¹, 渡邊一世², 吹留博一¹

(1.東北大通研, 2. 国立研究開発法人 情報通信研究機構)

○Takamasa Kamogawa¹, Fuminori Sasaki¹, Roki Kohama¹, Issei Watanabe², Hirokazu Fukidome¹

(1. RIEC Tohoku Univ., 2. NICT)

E-mail: fukidome@riec.tohoku.ac.jp

グラフェンは、全物質中最高のキャリア移動度・飽和速度をはじめとした優れた電子物性を有する。しかし、グラフェン電界効果トランジスタ(GFET)の高周波特性の実測値は、その優れた物性から予想される理論値を大きく下回っている。動作中のデバイスの電子状態のナノスケール観察が可能なオペランド顕微 X 線分光を用いた解析により[1-3], チャンネルを取り巻く界面との相互作用に起因したナノスケール電子状態変調が、その大きな原因であることを、我々は明らかにしている。これまでに我々は、SiC 基板の低温水素前処理による Si 終端面上に成長させたグラフェン膜の高品質化に成功し、GFET の高性能化に成功している [4,5]。本発表では、C 終端 SiC 基板に低温水素前処理を施し、それが GFET の特性にどのような影響を与えるのかを研究した。

本研究では、II-VI社のC終端SiC基板を用い、その表面を低温水素前処理後にグラフェン化を行った。その表面をLEEM観察を行った結果、三層グラフェンが均一に形成させることに成功した。通常C終端SiC基板表面ではグラフェンが分厚く形成されてしまうが、我々の手法を用いることにより、この欠点を克服することができた。

このようにして作製したC終端SiC基板表面に作製されたグラフェンを用いたGFETを作製した。GFET作製の歩留まりに関し、水素前処理無しでは40%程度だったものが、水素前処理により90%まで向上した。

これらのGFETの高周波特性を調べた結果、高周波特性値として

$$f_t \times L_g = 1.9 \text{ GHz} \cdot \mu\text{m} \quad (\text{水素前処理無し})$$

$$f_t \times L_g = 2.5 \text{ GHz} \cdot \mu\text{m} \quad (\text{水素前処理あり})$$

が得られた。以上の結果から、水素前処理は、Si終端とC終端双方のSiC基板上グラフェンを用いたGFETの特性を向上させることが明らかとなった。本研究開発の一部は、総務省SCOPE「Beyond 5Gに向けたグラフェン/BN原子積層を用いた低環境負荷な超高周波トランジスタ研究開発」の一環として実施された。

[1] H.Fukidome et al. APEX 7 (2014) 065101.

[2] K. Omika et al., Sci. Rep. 8 (2018) 13268.

[3] K. Funakubo et al. Sens. Mater. 31 (2019) 2303.

[4] 末光真希, 吹留博一, 長澤弘幸, 舘野泰範, 特願 2016-172296.

[5] K. S. Kim et al. Carbon 130 (2018) 792.