

カーボンナノチューブ/GaN 界面の電気特性とバンド構造の評価

Characterization of Electrical Property and Band-Structure in Carbon Nanotube/GaN Interface

○横川 俊哉、三宅 祥太、山下 輝、毛利 裕治、中山 雅晴 (山口大工)

°T. Yokogawa, S. Miyake, A. Yamashita, Y. Mouri and M. Nakayama (Yamaguchi Univ.)

E-mail: yokogawa@yamaguchi-u.ac.jp

[はじめに] 窒化物系半導体を用いたパワーデバイスや高出力 LED の開発が活発に行われている。これらのデバイスの大電流動作では多量の発熱を伴うため、効率的な熱放散が必要とされる。カーボンナノチューブは極めて高い熱伝導率と電気伝導度を持つため、電極や配線材料として期待される。今回、n 型 GaN 膜上に直流電着法により形成したカーボンナノチューブ薄膜におけるカーボンナノチューブ/GaN 界面の電気特性とバンド構造について評価を行ったので報告する。

[実験] 電着するナノチューブには市販の金属性多層カーボンナノチューブを用いた。カーボンナノチューブを正に帯電させたイソプロピルアルコール分散液を用いた[1]。被電着基板である n 型 GaN 膜には、サファイア基板の上に 5.4 μm 厚成長し、Si を $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ドープした膜を用いた。n 型 GaN 膜への配線電極に Ti/Al/Ti/Au を使い、熱処理 (850°C、20s) を行い、オーミック電極とした。80V の直流電圧を印加することにより電着を行った。電着法によって形成された n 型 GaN/カーボンナノチューブ界面における電流-電圧および容量-電圧特性などの電气的評価を行った。

[結果] n 型 GaN 膜とカーボンナノチューブ薄膜との間の電流-電圧特性においてショットキー特性が得られた。熱電界放出モデルを用いてショットキー障壁高さ ϕ_B は $\phi_B=0.34 \text{ eV}$ が求められた (Fig.1)。金属多層カーボンナノチューブの仕事関数は 4.3eV と報告されている[2]。

また別のグループは高電子分光により 4.8eV と報告している[3]。報告によりばらつきはあるものの平均として 4.55eV となる。一方 Ni 電極の仕事関数も 5.04~5.35eV とされ、平均で 5.2eV となる。Ni/n-GaN のショットキー障壁高さは 0.95eV と報告されている[4]。これらより推測される金属多層カーボンナノチューブと n 型 GaN 界面のショットキー障壁高さ ϕ_B は $\phi_B=0.3 \text{ eV}$ となり、ほぼ良い一致を示すと考える。

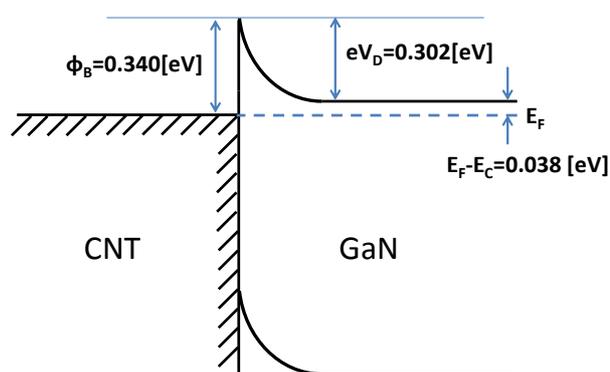


Fig.1 Band-structure of MWCNT/n-GaN hetero-interface.

参考文献

- [1] M. Nakayama et al., J. Electrochemical Society 161, H355 (2014).
- [2] H. Ago et al., J. Phys. Chem. B 103, 8116 (1999)..
- [3] M. Shiraiishi et al., Carbon 39, 1913 (2001).
- [4] Y. Qiao et al., Appl. Phys. Lett. 73, 238 (1998).