カーボンナノチューブ/GaN 界面の p-GaN 電極への応用

Application of Carbon Nanotube/GaN Interface for Electrode of p-GaN

○横川　俊哉、三宅　祥太、毛利　裕治、中山　雅晴　（山口大工）

○T. Yokogawa, S. Miyake, 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。このデバイスの大電流動作では多くの発熱を伴うため、効率的な熱放散が必要とされる。カーボンナノチューブ(CNT)は極めて高い熱伝導率と電気伝導率を持ち、電極や配線材料として期待される。例えば金は熱伝導率が 320W/m・K であるが、CNT は一桁大きい 3000～5500 W/m・K とされる。前回 n 型 GaN 上の金属性多層カーボンナノチューブ電極におけるショットキー電極特性から障壁高さおよび仕事関数を見積もった[1]。その結果から従来の p-GaN に対して用いられる Ni や Pd などに近い仕事関数であることが分かった。そこで今回、p-GaN 上に金属性多層カーボンナノチューブ電極を形成し、そのコンタクト抵抗などの評価を行ったので報告する。

[実験] CNT は、H_2O 中に分散された金属性多層カーボンナノチューブを用いた。p-GaN は、サファイア上にアンドープ GaN を 3.5 μm 厚成長し、その上に Mg を濃度 9×10^{19}cm^3 ドープし 0.4 μm 厚成長した膜を用いた。成長直後に p-GaN 表面にカーボンナノチューブを形成した場合と、塩酸処理を行った場合と、BHF 処理を行った場合との比較を行った。CNT の膜の形成はスピン塗布法を用いた。比較のため同 p-GaN に Ni 電極を形成し、500℃、10 分熱処理を行った電極も評価した。コンタクト抵抗は TLM(Transmission Line Method)法を用いて測定を行った。

[結果] 表面処理の違いでコンタクト抵抗は大きく変化した。表面処理を行わない場合は、$8.8\times10^{-3}\,\Omega$cm^2 であった。一方 BHF 処理を行うとコンタクト抵抗は悪化し、$2.2\times10^{-2}\,\Omega$cm^2 であった。しかし、塩酸処理を行った場合、$2.6\times10^{-3}\,\Omega$cm^2 と最も良好な値が得られた。図に同一 p-GaN に従来の Ni 電極と CNT 電極（塩酸表面処理）を形成した場合の電流-電圧特性の比較を示す。CNT 電極においては Ni に比べ一桁程度電流値が低下した。また TLM 法によるコンタクト抵抗率は Ni の場合 $3.9\times10^{-4}\,\Omega$cm^2 であり、一方 CNT の場合 $2.6\times10^{-3}\,\Omega$cm^2 であり一桁程度高い値であった。今回の結果においては、CNT 電極は Ni 電極のレベルには達しなかったが、表面処理による依存性が大きいことも判明し、今後表面処理の最適化を行えば Ni 電極のレベルが達成できると期待する。

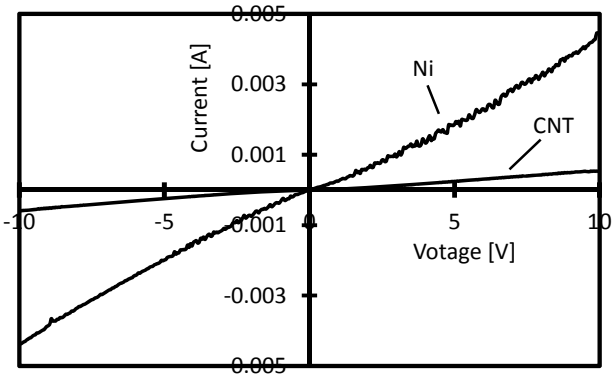

Fig.1 I-V curves for Ni/p-GaN and CNT/p-GaN.

参考文献 [1] 横川俊哉　他，2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会，119p-H121-15，2016.

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科研費 16K06265 および公益財団法人中国電力技術研究財団の援助により実施された。

© 2016年 応用物理学会