

様々な電極金属の n 型ホモエピタキシャル GaN SBD における障壁高さ温度係数の比較とそれに対する熱処理の効果

Temperature Coefficients of Schottky Barrier Heights for Homoepitaxial n-Type GaN SBDs with Various Metals and Impact of Thermal Treatment

名大院工¹, 京大院工², 名大未来材料・システム研究所³

○(M2)村瀬 亮介¹, 前田 拓也², 鐘ヶ江 一孝^{1,2}, 堀田 昌宏^{1,3}, 須田 淳^{1,3}

Nagoya Univ.^{1,3}, Kyoto Univ.² R. Murase¹, T. Maeda², K. Kanegae^{1,2}, M. Horita^{1,3}, J. Suda^{1,3}

E-mail: murase.ryosuke@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

窒化ガリウム(GaN)は次世代電子デバイス材料として期待を集めており、各種の基礎データを整備することが重要である。中でも、障壁高さ($e\phi_b$)はショットキーバリアダイオード(SBD)の立ち上がり電圧や逆方向漏れ電流を決定する重要パラメーターである。n 型 GaN SBD の $e\phi_b$ については多数の報告があるが、その温度係数($d e\phi_b / d T \equiv \alpha$)についての報告は極めて少ない。これまで我々はNiおよびAu 電極の SBD について、電気的特性から α を詳細に評価し、どの試料においても $-(1.7\sim 2.4) \times 10^{-4}$ eV/K とほぼ一定であることを報告した^[1-3]。本研究では、Pt および Pd 電極の SBD に対して α を評価し、さらにショットキー電極形成後の熱処理の有無による α の違いについても調べたので報告する。

n 型 GaN 自立基板上に MOVPE 法により n 型 GaN ($N_d - N_a = 2 \times 10^{15} \sim 5 \times 10^{17}$ cm⁻³)を 4 μ m 成長したものを用意し、基板裏面に Ti/Al オーミック電極を形成した。エピ層表面には抵抗加熱蒸着によって Ni, Au, Pd を、電子ビーム (EB) 蒸着によって Pt を堆積し、ショットキー電極を形成した。SBD 作製後不可逆的変化が起こらない温度範囲で乾燥空気中にて I - V - T 特性及び C - V - T 特性の評価を行った。また、大気中で十分な時間の熱処理 (463 K~573 K) を行った試料についても同様に評価を行った。

熱処理無し及び有りの試料に対して、 C - V 特性から求めた $e\phi_b$ と α を Table. 1 に示す。 $e\phi_b$ は同一チップの面内・サンプル間でばらつきはあったが、 α についてはほとんどばらつきがなかった。熱処理無しの試料に注目すると、Ni, Au, Pd SBD の α は、電極金属やドナー密度によらずほぼ同一となった。熱処理無しの Pt SBD の α は他と比較して非常に小さかった。Pt SBD では C - V 特性と I - V 特性から求めた $e\phi_b$ が大きく異なるという矛盾点があり、これは EB 蒸着で GaN 表面に何らかのダメージが導入され、 C - V 特性から正確な $e\phi_b$ を算出できなかったと考えられる。

熱処理により $e\phi_b$ は変化するが、 α はこれまで報告した SBD の α とほぼ変わらないことが明らかになった。Pt SBD の α も他の試料と同等の値になったが、これは GaN 表面のダメージが熱処理によって回復したためと考えている。今回調べた範囲では、金属/n-GaN SBD の α は電極金属・熱処理の有無・ドナー密度に依存せずほぼ一定の値となることが分かった。

Electrode metal	Before thermal treatment		After thermal treatment	
	$e\phi_b$ / eV	α / $\times 10^{-4}$ eV/K	$e\phi_b$ / eV	α / $\times 10^{-4}$ eV/K
Ni	0.90 ~ 1.12	-2.1	0.90 ~ 1.01	-2.2
Au	0.81 ~ 0.97	-2.3	Not measured	Not measured
Pd	1.28 ~ 1.31	-2.2	1.51 ~ 1.53	-1.8
Pt	1.07 ~ 1.41	(-0.24)	1.01 ~ 1.47	-2.1

Table.1: Barrier heights and its temperature coefficients of n-GaN SBDs with various electrode metals determined by C - V measurement before and after thermal treatment.

[1] T. Maeda, *et al.*, *APEX* **10**, 051002 (2017). [2] R. Murase, *et al.*, 第 79 回秋応物 20a-331-11 (2018) . [3] R. Murase, *et al.*, 第 66 回春応物 9a-M121-9 (2019) .

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス - GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理法人: NEDO)によって実施された。