

# Ni/n-GaN 縦型ショットキーバリアダイオードの障壁高さの温度依存性

## Temperature dependence of barrier height in Ni/n-GaN vertical Schottky barrier diode

京大院工<sup>1</sup>, 住友電工<sup>2</sup>

○前田 拓也<sup>1</sup>, 岡田 政也<sup>2</sup>, 上野 昌紀<sup>2</sup>, 山本 喜之<sup>2</sup>, 木本 恒暢<sup>1</sup>, 堀田 昌宏<sup>1</sup>, 須田 淳<sup>1</sup>

Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Sumitomo Electric Industries, Ltd.<sup>2</sup>

○T. Maeda<sup>1</sup>, M. Okada<sup>2</sup>, M. Ueno<sup>2</sup>, Y. Yamamoto<sup>2</sup>, T. Kimoto<sup>1</sup>, M. Horita<sup>1</sup>, J. Suda<sup>1</sup>

E-mail: maeda@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

**はじめに** GaN 縦型パワーデバイスは、高耐圧・大電流・高温動作可能な次世代パワーデバイスとして期待されている。GaN 縦型ショットキーバリアダイオード(SBD)について、試作の報告は複数あるが、耐圧・オン抵抗に関する議論が中心であり、デバイス特性に関する詳細な理解は不十分である。特に、障壁高さ( $e\phi_b$ )は SBD のデバイス特性を決める重要なパラメータであり、例えば、Si や GaAs などの材料では、障壁高さの温度依存性について詳しく調べられている。そこで、本研究では、Ni/n-GaN 縦型 SBD の障壁高さの温度依存性について複数の手法を用いて調べたので報告する。

**実験** HVPE 法で成長した n 型 GaN 基板の上に MOVPE 法で n 型 GaN を 7  $\mu\text{m}$  成長し、エピ層表面にショットキー電極として Ni/Au、基板裏面にオーミック電極として Ti/Al/Ti/Au を蒸着し、Ni/n-GaN 縦型 SBD を作製した。ショットキー電極の直径は 400  $\mu\text{m}$  である。この SBD について、223~573 K において、容量-電圧(C-V)測定を行った。

**結果・考察** 図 1 に C-V 測定の結果を  $1/C^2$ -V プロットとして示す。

結果はきれいな直線となっており、温度上昇につれて、傾きは変化しないが、直線が左(横軸負方向)にシフトしている様子が分かる。直線の傾きから実効ドナー密度を求めると  $6.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  となった。横軸への外挿値は拡散電位( $V_d$ )に相当し、298 K で 0.95 V であり、温度上昇につれて低下した。障壁高さは、 $e\phi_b = eV_d + kT \cdot \ln(N_c/N_d) + kT$  によって求められる。右辺第二項は伝導帯底とフェルミ準位のエネルギー差、右辺第三項は空乏層端付近に存在する電子による電位差を考慮した項である。 $N_c$ は伝導帯の電子状態密度、 $k$ はボルツマン定数、 $T$ は絶対温度である。図 2 に障壁高さの温度依存性を示す。障壁高さは温度上昇につれて低下し、 $e\phi_b(T) = e\phi_{b,300\text{K}} - \alpha(T - 300\text{K})$  として近似すると、 $e\phi_{b,300\text{K}} = 1.14 \text{ eV}$ 、 $\alpha = -1.8 \times 10^{-4} \text{ eV/K}$  となった。GaN のバンドギャップは温度上昇につれて縮小し、室温付近において、ほぼ線形の温度依存性( $dE_g/dT = -4.5 \times 10^{-4} \text{ eV/K}$ )を持つと報告されている[1]。なお、金属のフェルミ準位は温度にほぼ依存しないと考えられる。温度上昇につれて、伝導帯の下端が下降するだけでなく、価電子帯の上端も上昇することを考えると、本研究で見られた障壁高さの温度依存性は、温度上昇に伴うバンドギャップの縮小を主に反映しており、妥当であると考えられる。

なお、順方向電流-電圧測定、および、内部光電子放出測定によって障壁高さの温度依存性を調べたところ、温度上昇につれてほぼ線形に低下し、それぞれ、 $\alpha = -2.3 \times 10^{-4} \text{ eV/K}$ 、 $-1.7 \times 10^{-4} \text{ eV/K}$  となり、C-V 特性から得られた結果とよく一致した。

【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」(管理人: NEDO)によって実施された。

[1] H. Teisseyre *et al.*, *J. Appl. Phys.* **76** (4), 15 (1994).

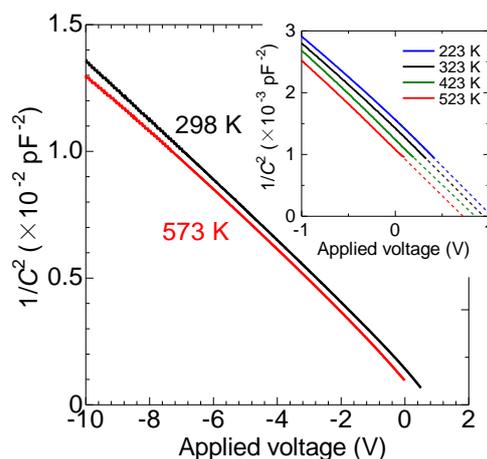


Fig. 1. C-V characteristics of Ni/n-GaN SBD in the range from 223 to 573 K. ( $1/C^2$ -V plots).

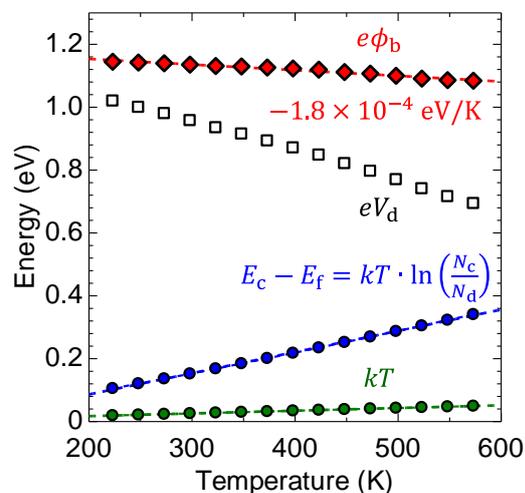


Fig. 2. Temperature dependence of barrier height in Ni/n-GaN SBD determined by C-V measurements.