

TiN 電極マイクロ波整流用 GaN SBD の温度特性

Temperature Dependence of TiN-Anode GaN Schottky Barrier Diode Characteristic for Microwave Power Rectification

徳島大院 STS 研¹ e デバイス (株)² 藤原 諒太¹, 板井 勇樹¹, 劉 強¹,
李 柳暗¹, 大野 泰夫², 敖 金平¹

STS Univ. Tokushima¹, e-Device Inc.² Ryota Fujihara¹, Yuki Itai¹, Qiang Liu¹,

Liuan Li¹, Yasuo Ohno², and Jin-Ping Ao¹

E-mail: fujihara-r@ee.tokushima-u.ac.jp

近年、無線電力伝送が注目されている[1,2]。この技術において受電部の RF/DC 変換効率はレクテナ回路に用いられるショットキーバリアダイオード(SBD)の特性に依存している。我々が以前報告したマイクロ波整流用 GaN SBD は、アノードを Ni/Au の代わりに TiN を用いることによって立ち上がり電圧を約 0.5 V にすることに成功した[3]。しかし、電力変換時の発熱や環境の温度によって SBD の温度は上昇する。このことから本研究では TiN 電極を有する GaN SBD の温度特性について報告する。

本研究に用いたウェハは、c 面サファイア基板上に厚さ 3 μm 、シート抵抗約 25 Ω の n^+ -GaN アクセス層と厚さ 1 μm 、不純物濃度 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の n -GaN 活性層を成長させている。製造プロセスは、我々が以前報告したマイクロ波整流用 GaN SBD と同様の工程で行った [4]。

GaN SBD の温度特性を調べるために、半径 50 μm 、100 μm の円形 SBD の電流-電圧(I - V)特性を 25 $^{\circ}\text{C}$ 、75 $^{\circ}\text{C}$ 、125 $^{\circ}\text{C}$ 、175 $^{\circ}\text{C}$ と順にプローブステージの温度を変化させて測定した。また、それぞれの温度から 25 $^{\circ}\text{C}$ に戻したときの I - V 特性を測定し、電気的特性に変化が表れるか確認した。

測定結果から 25 $^{\circ}\text{C}$ で TiN と Ni の立ち上がり電圧はそれぞれ 0.45 V、0.85 V であった。また、温度上昇によって立ち上がり電圧は減少した。

TiN のリーク電流は、25 $^{\circ}\text{C}$ で -10 V のとき 10^{-6} A であった(Fig. 1)。温度上昇によりリーク電流は熱電子放出モデルにしたがって上昇する結果となった。しかし、Ni のリーク電流は温度上昇に依存せず、計算値より非常に大きく、25 $^{\circ}\text{C}$ では TiN と同じリーク電流量になった(Fig. 2)。Ni のショットキー障壁は TiN より約 2 倍も大きいのでリーク電流は小さくなるはずだが、Ni/GaN 間の界面準位により捕獲された電子がトンネル電流となりリーク電流が増加していると考えられる[5]。半径 100 μm の円形 SBD の I - V 特性より理想因子 n 値とショットキー障壁の高さ ϕ_B を算出した。25 $^{\circ}\text{C}$ のときの TiN の n 値及び ϕ_B はそれぞれ 1.08、0.58 eV であり、Ni はそれぞれ 1.10、0.96 eV となった。TiN、Ni 共に温度上昇に伴い、 n 値は減少し、 ϕ_B は増加するという結果になった。また、25 $^{\circ}\text{C}$ に戻したときに特性の変化は見られなかった。

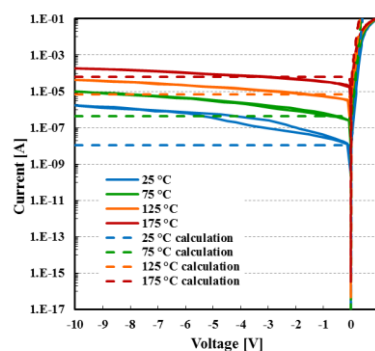


Fig. 1 Reverse characteristics of the TiN diode under different temperature.

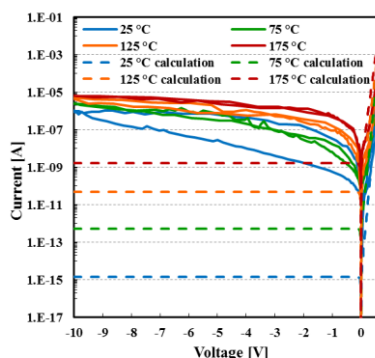


Fig. 2 Reverse characteristics of the Ni diode under different temperature.

- [1] N. Shinohara, *IEEE Microwave Magazine*, **12** (2011) 64.
- [2] K. Takahashi, J. -P. Ao, Y. Ikawa, C. -Y. Hu, H. Kawai, N. Shinohara, N. Niwa, and Y. Ohno, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **48** (2009) 04C095.
- [3] A. Kishi, Y. Itai, L. Li, T. Shiraishi, K. Fukui, Q. Liu, Y. Ohno, J. -P. Ao, *Extended Abstracts of the 2013 International Conference on Solid State Devices and Materials*, (2013) 964.
- [4] Y. Itai, A. Kishi, L. Li, T. Shiraishi, K. Fukui, Q. Liu, Y. Ohno, J. -P. Ao, *Jpn. J. Appl. Phys.*, (2013)14-111.
- [5] S. Saadaoui, M. Salem, M. Gassoumi, H. Maaref, and C. Gaquiere, *J. Appl. Phys.*, **110**(2011)013701.