



TiN電極を有するマイクロ波整流用GaNショットキーバリアダイオード

GaN Schottky Barrier Diode with TiN Electrode for Microwave Power Rectification

徳島大院 STS 研¹ eデバイス(株)² ^{○(C)}板井 勇樹¹, 岸 明德¹, 李 柳暗¹, 白石 孝之¹,
福居 和人¹, 劉 強¹, 大野 泰夫², 敖 金平¹

STS Univ. Tokushima¹, e-Device Inc.² [○]Yuki Itai¹, Akinori Kishi¹, Liuan Li¹, Takayuki Shiraishi¹,

Kazuhito Fukui¹, Qiang Liu¹, Yasuo Ohno², and Jin-Ping Ao¹

E-mail: itai-y@ee.tokushima-u.ac.jp

近年、電気自動車の充電やエネルギーハーベスティング用無線電力伝送技術が注目されている[1]。このような技術において、受電部の RF/DC 変換効率はレクテナ回路に使用されているショットキーバリアダイオード(SBD)の特性、例えばオフ容量、オン抵抗、オン電圧に強く依存している[2, 3]。我々が以前報告したマイクロ波整流用 GaN SBD は Ni 電極を有するものであり、オン電圧は 1.16 V であった[4]。今回、我々は Ni の代わりに TiN 電極を用いることで、GaN SBD の低オン電圧化を実現した。

GaN SBD の断面構造を Fig. 1 に示す。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+型アクセス層と n 型活性層を成長させた。n 型活性層には、厚さ 0.4 μm 、不純物濃度 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のもの(サンプル 1, 2)と厚さ 1.0 μm 、不純物濃度 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のもの(サンプル 3, 4)と 2 種類のウエハを用意した。製造プロセスとして、誘導結合プラズマ(ICP)ドライエッチングにより、アノードのメサ形成、パッドのアイソレーションを施した。その上、カソード電極に Ti/Al/Ti/Au (50/200/40/40 nm)を成膜した後、窒素雰囲気中に 850°C、1 分間アニールを行い、オーミック接触を形成した。次にアノードのショットキー電極としてサンプル 2, 4 には Ni/Au (10/10 nm)、サンプルに 1, 3 には TiN/Ni/Au (10/5/5 nm)を堆積した。TiN は Ar:N₂ (15:3 sccm)混合ガス雰囲気中反応性スパッタで形成した[5]。最後に各電極上に厚さ 1 μm の金膜をメッキで堆積し、300°C、10 分間ポストアニールを行った。

半径 50 μm の円形 SBD の電流-電圧 (I - V) 特性よりショットキー障壁高さ ϕ_b と理想因子 n 値を算出した。TiN 電極の ϕ_b 及び n 値はそれぞれ約 0.5 eV と 1.1、Ni 電極には約 0.9 eV と 1.14~1.30 となり、TiN 電極は Ni よりも障壁高さが低いに加え、値が均一であった。また、容量-電圧 (C - V) 測定からも TiN 電極の障壁高さが 0.42 eV、Ni 電極には 1.12 eV であることが得られ、TiN 電極の障壁が低いと確認できた。

面積 $2 \times 50 \mu\text{m}^2$ のフィンガータイプ SBD の

I - V 特性 (Fig. 2) から、TiN 電極のオン電圧は 0.5 V、Ni 電極は 1.2V と求められた。不純物濃度 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ と $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のダイオードのオン抵抗がそれぞれ約 15 Ω 、27 Ω と、アノード金属にほとんど依存しないことが判った。逆方向の耐圧において、サンプル 1 と 2 は共に約 40 V となり、サンプル 3 と 4 は共に 100 V を超える耐圧となった。

オン抵抗と耐圧が変わらないものの、TiN 電極を用いることにより低オン電圧を実現することで、RF/DC レクテナ回路の変換効率が改善されることが期待できる。

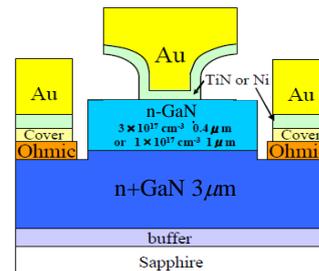


Fig. 1 Cross sectional view of the GaN SBD.

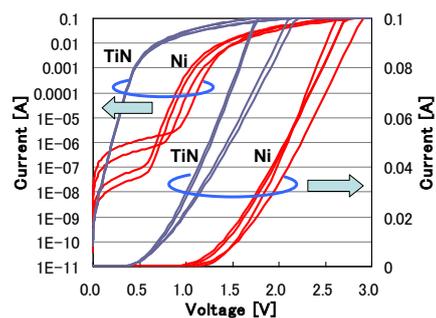


Fig. 2 I - V characteristics of the diodes with active layer impurity density of $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ and thickness of 0.4 μm , in both linear and logarithmic scales.

- [1] K. Takahashi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 48 (2009), 04C095.
- [2] Energy Harvesting Handbook, NTS (2012), 43-51
- [3] K. Hayashino, et al., IMWS-IWPT 2012, Kyoto, Japan (2012).
- [4] K. Fukui, et al., IMWS-IWPT 2012, Kyoto, Japan (2012).
- [5] Jin-Ping Ao, et al., Vacuum, 87 (2013), 150-154.