

縦型 Ga₂O₃ フィールドプレートショットキーバリアダイオードの研究

A Study of Vertical Ga₂O₃ Schottky Barrier Diodes Using Field Plate Termination

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所¹, パワーデバイス製作所²

○湯田 洋平¹, 海老原 洪平¹, 南條 拓真¹, 古橋 壮之¹, 綿引 達郎², 西川 和康¹

[○]Advanced Technology Research & Development Center, Mitsubishi Electric Corporation¹,

Power Device Works, Mitsubishi Electric Corporation²

E-mail: Yuda.Yohei@eb.MitsubishiElectric.co.jp

はじめに

省エネ・低炭素化社会に貢献する技術が注目される中、パワーエレクトロニクス分野では、より高効率かつ低損失なパワーデバイスが望まれている。中でも酸化ガリウム(β -Ga₂O₃)は、次世代パワーデバイス材料として期待されている [1,2]。しかしながら、 β -Ga₂O₃ の物性値のうち、高精度なデバイス設計に求められる実効的な絶縁破壊電界は明らかになっていない。本研究では、 β -Ga₂O₃ デバイス開発の体系化を目的に、パワーデバイスの一般的な終端構造である フィールドプレートショットキーバリアダイオード(FP-SBD) を作製し、その評価結果を 2 次元デバイスシミュレーションに反映させた。実験とシミュレーションの双方から、デバイス設計に用いる β -Ga₂O₃ の破壊電界の基準値を明らかにした。

実験

β -Ga₂O₃ デバイス開発の体系化に向け、1 段および 2 段 FP 構造を有する縦型 SBD を作製した。図 1 に作製した SBD の断面模式図を示す。ドーピング濃度および膜厚がそれぞれ $1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、 $10 \mu\text{m}$ であるエピウエハを用い、ウエハ裏面にカソードとしてオーミック電極を形成した後、アノードとしてウエハ表面にショットキー電極を形成した。ショットキー電極は、終端部において SiO₂ 膜を介して FP 電極として機能する。2 次元デバイスシミュレーションにはシノプシス社の Sentaurus Device を使用した。

結果

1 段 FP 構造の場合、絶縁破壊電圧は SiO₂ 膜厚が約 500 nm でピークに達した。結果をフィッティングすることによって、このときの絶縁破壊電界が 5.0 MV/cm であることがわかった。図 2 に、得られた破壊電圧を基準値としたときの 2 段 FP 構造における絶縁破壊電界を示す。

計算結果に基づいて 2 段 FP-SBD を試作した結果、破壊電圧が 2000 V を超えることを確認した。

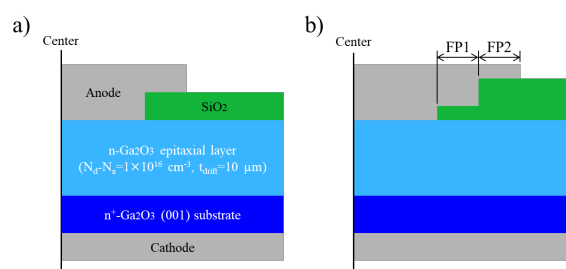


Fig. 1. Schematic cross sections of (a) the single and (b) the double FP-SBD.

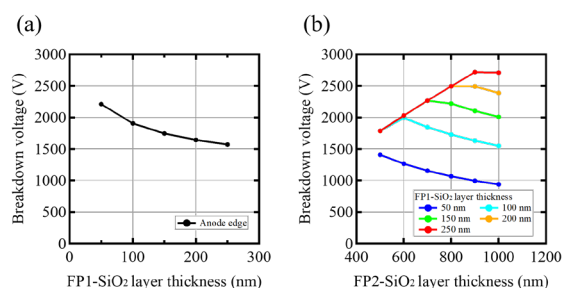


Fig. 2. Calculated breakdown voltage at (a) anode edge and (b) field plate edge in the double FP-SBDs by assuming an electric field criterion of 5.0 MV/cm in Ga₂O₃.

謝辞

この成果は、総務省の委託事業「ICT 重点技術の研究開発プロジェクト(JPMI00316)」の結果得られたものです。

参考文献

- [1] T. Watahiki, Y. Yuda, A. Furukawa, M. Yamamuka, Y. Takiguchi, and S. Miyajima, Appl. Phys. Lett. **111**, 222104 (2017).
- [2] C. Lin, Y. Yuda, M. Wong, M. Sato, N. Takekawa, K. Konishi, T. Watahiki, M. Yamamuka, H. Murakami, Y. Kumagai, M. Higashiwaki, IEEE Electron Device Lett. **40**, 1487 (2019).