窒素イオン注入を用いて作製したガードリング付き縦型 Ga_2O_3 ショットキーバリアダイオード

Vertical Ga_2O_3 Schottky Barrier Diodes with a Guard Ring Fabricated by Using Nitrogen-Ion Implantation

情通機構[1]，東京農工大院工[2] ○林 家弘[1]，ワン マンホイ[1]，佐藤 万由子[2]，竹川 直[2]，小西 敬太[2]，村上 尚[2]，熊谷 義直[2]，東脇 正高[1]

NICT[1], Tokyo Univ. of Agri. & Tech.[2], ○Chia-Hung Lin[1], Man Hoi Wong[1], Mayuko Sato[2], Nao Takekawa[2], Keita Konishi[2], Hisashi Murakami[2], Yoshinao Kumagai[2], Masataka Higashiwaki[1]

E-mail: chiahung.lin@nict.go.jp

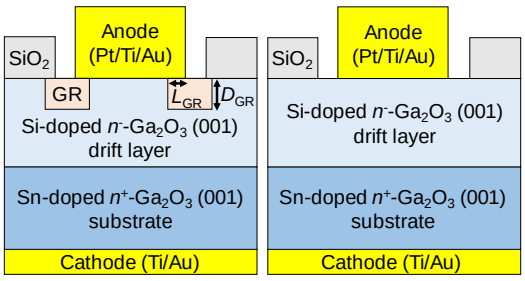
β-Ga_2O_3 は、5 MV/cm を超える大きな絶縁破壊電界を有すること、融液成長により育成した単結晶バルクから大口径・高品質ウェハーの製造が可能であることから、近年縦型 Ga_2O_3 パワーデバイス開発についての関心が高まっている。以前我々は、縦型 Ga_2O_3 フィールドプレートショットキーバリアダイオード (FP-SBD) を作製し、耐圧 1 kV 超えを達成した [1]。しかし、その FP-SBD の耐圧は、アバランシェ破壊では無く、FP 電極エッジ下部への電界集中により SiO_2 膜の永久的破壊が生じることで決まっていた。今回、Ga_2O_3 SBD の更なる高耐圧化を目指し、アノード電極エッジ下部に、窒素 (N) イオン注入ドーピングによるガードリング (GR) 構造を形成した SBD 構造を作製し、その電流密度–電圧 (*J*–*V*) 特性評価を行ったので報告する。

本研究では、n^+-Ga_2O_3 (001) 基板上に、ハライド気相成長法により n^--Ga_2O_3 ドリフト層を成長したエピ基板上を用いて、GR 付き SBD (GR-SBD) [Fig. 1(a)] と GR 無し SBD (non-GR-SBD) [Fig. 1(b)] の 2 種類の SBD 構造を作製し、それらの *J*–*V* 特性を比較した。n^--Ga_2O_3 ドリフト層の電子濃度と膜厚は、それぞれ 3.7~4.5×10^{16} cm^{-3} と 8 μm である。ボックス状 GR 領域は、N イオン注入後、N_2 ガス雰囲気中 1100°C で 30 分間活性化アニール処理することで形成した。GR 構造のドーピング濃度、深さ (D_{GR}) 、アノード電極との重なり幅 (L_{GR}) は、それぞれ 5×10^{17} cm^{-3}, 0.6 μm, 25 μm である。試料の表面には直径 200 μm の円形 Pt/Ti/Au ショットキーアノード電極、裏面には全面に Ti/Au オーミックカソード電極を作製した。

Fig. 2(a) に、GR-SBD と non-GR-SBD の順方向 *J*–*V* 特性を示す。それぞれの特性オン抵抗 (R_{on}) は、1.7 mΩ·cm^2 と 2.3 mΩ·cm^2 と求められた。これら R_{on} が僅かに異なる原因としては、ドリフト層中電子濃度に小さな面内ばらつきがあるためと考えられる。また、GR-SBD と non-GR-SBD それぞれの順方向立ち上がり電圧は、1.89 V と 1.97 V であった。Fig. 2(b) に逆方向 *J*–*V* 特性を示す。GR-SBD と non-GR-SBD それぞれの逆方向耐圧は、400 V と 260 V であった。なお、これら耐圧は、どちらもアノード電極エッジ破壊が生じることで決まっている。これらの結果から、GR-SBD においては、アノード電極エッジ下部に集中するはずの電界が、GR 効果により分散され、結果 non-GR-SBD と比較して約 1.5 倍の耐圧向上につながったと考えられる。

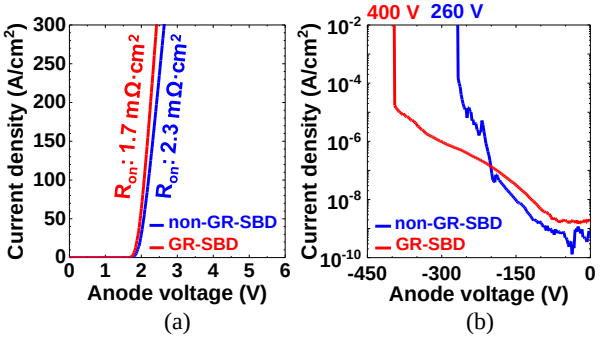
本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代パワーエレクトロニクス」（管理法人：NEDO）によって実施されました。

[1] K. Konishi *et al.*, Appl. Phys. Lett., **110**, 103506 (2017).



(a) (b)

Fig.1 Cross-sectional schematics of (a) GR-SBD and (b) non-GR-SBD.



(a) (b)

Fig.2 (a) Forward and (b) reverse *J*–*V* characteristics of GR-SBD and non-GR-SBD.

© 2018年 応用物理学会