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 (II)

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

情通機構 [1]，三菱電機(株) [2]，東京農工大院工 [3] ○林 家弘 [1]，湯田 洋平 [2]，ワン マンホイ [1]，佐藤 万由子 [3]，竹川 直 [3]，小西 敬太 [3]，綿引 達郎 [2]，山向 幹雄 [2]，村上 尚 [3]，熊谷 義直 [3]，東脇 正高 [1]

NICT [1], Mitsubishi Electric Corp. [2], Tokyo Univ. of Agri. & Tech. [3], °Chia-Hung Lin[1], Yohei Yuda[2], Man Hoi Wong[1], Mayuko Sato[3], Nao Takekawa[3], Keita Konishi[3], Tatsuro Watahiki[2], Mikio Yamamuka[2], Hisashi Murakami[3], Yoshinao Kumagai[3], 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し、かつ融液成長単結晶バルクから大口径・高品質ウェハーを製造可能であるため、縦型 Ga_2O_3 パワーデバイスの開発が加速している。我々のグループでは、以前耐圧 1 kV 超の縦型 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) の作製に成功した [1]。その FP-SBD の更なる高耐圧化には、ガードリング (GR) 構造を追加し、FP 電極エッジ下部の SiO_2 への電界集中を分散させることが有効であると考えられる。また最近、我々は、窒素イオン注入 (N^{++}) ドーピングにより、深いアクセプター準位による *p*-Ga_2O_3 を形成できることを実証した [2]。今回、エッジ終端構造として、FP に加えて、N^{++}注入ドーピングにより作製した *p*-Ga_2O_3 GR を採用することで、特性オン抵抗 (R_{on}) 5 mΩ·cm^2、耐圧 1.4 kV の優れた特性を有する、縦型 Ga_2O_3 SBD を作製することに成功したので報告する。

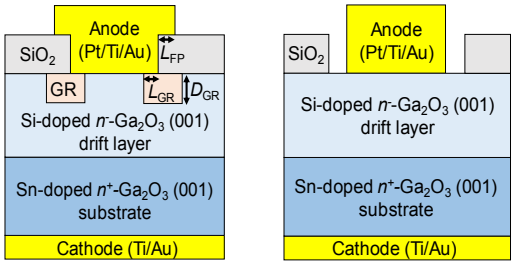
本研究では、ハライド気相成長法で作製した Ga_2O_3 エピ基板上に、GR および FP を設けた SBD (GR-FP-SBD) [Fig. 1(a)] と、リファレンスとしてどちらも設けない SBD [Fig. 1(b)] の 2 種類を作製し、それらの *J*–*V* 特性を比較した。n^--Ga_2O_3 ドリフト層の電子濃度と膜厚は、それぞれ 1.0×10^{16} cm^{-3} と 7.4 μm である。ボックス状 GR 構造の N^{++}ドーピング濃度、深さ (D_{GR}) 、アノード電極との重なり幅 (L_{GR}) は、それぞれ 1×10^{17} cm^{-3}, 0.4 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。FP の長さ (L_{FP}) と SiO_2 の厚さは、それぞれ 20 μm と 0.3 μm である。

Fig. 2(a) に、GR-FP-SBD と SBD の順方向 *J*–*V* 特性を示す。それぞれの R_{on} は、4.7 mΩ·cm^2 と 5.3 mΩ·cm^2 であった。また、GR-FP-SBD と SBD それぞれの順方向立ち上がり電圧は、1.6 V と 1.8 V であった。Fig. 2(b) に逆方向 *J*–*V* 特性を示す。GR-FP-SBD と SBD それぞれの逆方向耐圧 (V_{br}) は、1430 V と 750 V であった。このように、我々は FP と GR エッジ終端構造 2 つを併用することで、SBD の R_{on} を劣化させること無く、高耐圧化に成功した。

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。

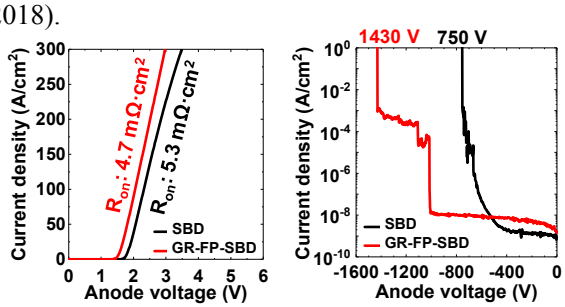
[1] K. Konishi *et al.*, Appl. Phys. Lett., **110**, 103506 (2017).

[2] M. H. Wong *et al.*, Appl. Phys. Lett., **113**, 102103 (2018).



(a) (b)

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



(a) (b)

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

© 2019年 応用物理学会