アンペア級 β-Ga_2O_3 ヘテロ JBS ダイオードの作製とスイッチング評価

Ampere-Class β-Ga_2O_3 Heterojunction Barrier Schottky Diode Fabrication and Its Switching Evaluation

ノベルクリスタルテクノロジー[1]，○高塚 章夫[1]，宮本 広信[1]，佐々木 公平[1]，倉又 朗人[1]
Novel Crystal Technology, Inc.[1], ○Akio Takatsuka[1], Hironobu Miycamoto[1], Kohei Sakaki[1], and Akito Kuramata[1]
E-mail: akio.takatsuka@novelcrystal.co.jp

β 型酸化ガリウム(β-Ga_2O_3)は 4.6~4.9 eV のバンドギャップと約 8 MV/cm の絶縁破壊電界の優れた材料物性をもつことなどから、次世代のパワーデバイス材料の候補として大変有望である。近年、異種材料の p 型半導体材料を組み合わせたヘテロ pn 接合を用いた優れた β-Ga_2O_3 ダイオードの試作報告が行われ、注目が集まっている[1]。しかしながら、電力変換回路への応用の観点からは順方向特性における立ち上がり電圧(V_{on})、順方向電圧(V_f)の低減できるヘテロジャンクションバリアーショットキー(JBS)ダイオードの構造を用いることが理想的であるため、我々はこれまで開発を行ってきた[2, 3]。本研究では p 型材料として Cu_2O を用いアンペア級の β-Ga_2O_3 ヘテロ接合 JBS の試作に初めて成功したので報告する。

デバイスの作製には HVPE 法によりエピタキシャル成長された β-Ga_2O_3 エピタキシャルウエハを使用した。デバイスの作製は、はじめにフォトリソグラフィとドライエッチングによりトレンチ構造を形成した。更に、アライメント露光によりレジストパターンを形成した後、リフトオフ法によりトレンチ内部に p 型 Cu_2O を形成した。アンペア級素子実現のため、デバイスのアクティブエリアは 1.4×1.4 mm とした。その後、Ga_2O_3 メサ部の上部に Ni ショットキー電極と厚膜の Al 膜を形成しアノード電極とし、カソード電極は裏面に Ti によるオーミック接触を用い形成した。Fig. 1 に今回形成した β-Ga_2O_3 ヘテロ接合 JBS ダイオードの断面構造を示す。

Fig. 2 は今回形成した β-Ga_2O_3 ヘテロ接合 JBS ダイオードと β-Ga_2O_3 単純 SBD の順方向 *I-V* 特性との比較を示したものである。順方向電流の立上り(V_{on}) は 1.1 V であり SBD と同等の低 V_{on} を実現しながら、順方向電流として最大で 3.5 A を確認し β-Ga_2O_3 ヘテロ JBS ダイオードとしては初めてアンペア級素子を実現したことを確認した。一方、Fig. 3 は逆方向 *J-V* 特性を示すが、逆方向リーク電流はヘテロ接合により形成されるポテンシャル障壁により、単純 SBD よりも大幅に低減しながら-875 V の逆方向耐圧示すことを確認した。当日は同素子のダブルパルス試験の結果についても報告する。

[1] H.H. Gong et al., Appl. Phys. Lett 117, 02104 (2020).
[2] 佐々木公平他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、5a-C17-4 (2017).
[3] 高塚章夫他、第 69 回応用物理学会春季学術講演会、22p-E302-4 (2022).

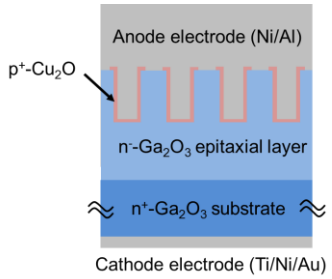

Fig. 1 Schematic cross-sectional view of β-Ga_2O_3 hetero JBS.

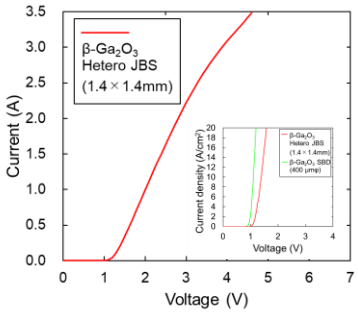

Fig. 2 Forward *I-V* and *J-V* characteristics of β-Ga_2O_3 hetero JBS and SBD.

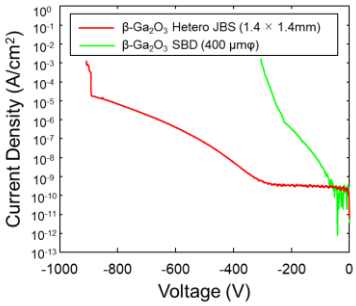

Fig. 3 Reverse *J-V* characteristics of β-Ga_2O_3 hetero JBS and SBD.