

課題番号 : F-18-WS-0015  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 酸化ガリウムパワーデバイスの開発  
Program Title(English) : Development of Gallium Oxide Power Devices  
利用者名(日本語) : 高塚章夫、佐々木公平  
Username(English) : A. Takatsuka, K. Sasaki  
所属名(日本語) : 株式会社ノベルクリスタルテクノロジー  
Affiliation(English) : Novel Crystal Technology, Inc.  
キーワード/Keyword : 酸化ガリウム, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, trench MOS, ショットキー, 電気計測

## 1. 概要(Summary)

$\beta$ 型酸化ガリウム( $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)は 8 MV/cm の絶縁破壊電界と 3400 程度のバリガ性能指数が推定されているなど、次世代のパワーデバイス材料として有望な材料である。また融液法より結晶成長が可能のため、低コスト化にも有利である。今回デバイス構造として半導体表面にトレンチ MOS 構造を設けた縦型のショットキーバリアダイオード( $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD) を作製し、スイッチング特性を評価したので報告する。

## 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 高耐圧プローバ, 高耐圧デバイス測定装置, デジタルオシロスコープ

### 【実験方法】

$\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD の作製は、 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> バルク基板(001)面上に、HVPE 法により n-型のドリフト層を成長させたエピタキシャルウエハを使用した。エピタキシャル層の濃度と厚さは、それぞれ  $5\text{-}6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  および  $7 \mu\text{m}$  である。ショットキー接合のバリアメタルには Mo を使用した。

サンプルの静特性の評価は、高耐圧プローバおよび高耐圧デバイス測定装置を使用した。スイッチング測定にはデジタルオシロスコープを使用した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD の代表的な順方向電流電圧特性を Fig.1 に示す。立ち上がり電圧は 0.5 V、特性オン抵抗は  $3 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  である。

Fig. 2 に $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD および比較対象の Si-FRD、SiC-SBD の逆方向回復特性を示す。 $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD は逆回復電流、逆回復時間が Si-FRD の 20-30 %程度しか要しない優れた特性を示すことが確認された。一方で、SiC-SBD と同様の逆回復波形を示すことが分かった。これより、 $\beta$ -

Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD は、基本的に少数キャリア蓄積が無く SBD と同様の高速スイッチング動作をすることが確認できた。以上の結果より $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> トレンチ MOSSBD は Si-FRD を代替し、電力変換回路を低損失化する低コストな手段として大変有望であることを確認した。

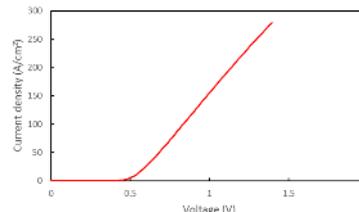


Fig. 1 Forward J-V characteristics of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> trench MOSSBD.

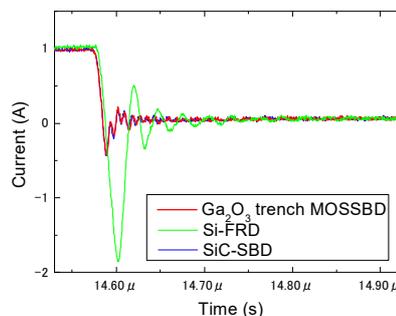


Fig.2 Reverse recovery current waveform of  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> trench MOSSBD, Si-FRD and SiC-SBD.

## 4. その他・特記事項(Others)

・関連文献: K. Sasaki et al., IEEE-EDL, vol. 38, 783, (2017).

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) A. Takatsuka et al., 2018 76th DRC.
- (2) 高塚 他, 先進パワー半導体分科会第 5 回講演会

## 6. 関連特許(Patent)

- (1) 佐々木 他, “トレンチMOS型ショットキーダイオード”, 特開 2018-142577, 平成 30 年 9 月 13 日.