

課題番号 : F-21-TT-0024
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : GaN デバイスの研究開発
 Program Title (English) : Development of GaN devices
 利用者名(日本語) : 岩田直高¹⁾、Yuwei Zhang¹⁾、Maria Emma Villamin¹⁾、上谷竜司¹⁾、川田宗一郎¹⁾、大淵雄之亮¹⁾、奥寺凜太郎¹⁾、福谷聡¹⁾、米谷有香梨¹⁾
 Username (English) : N. Iwata¹⁾, Y. Zhang¹⁾, M. E. Villamin¹⁾, R. Kamiya¹⁾, S. Kawata¹⁾, Y. Obuchi¹⁾, R. Okudera¹⁾, S. Fukutani¹⁾, Y. Yonetani¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 豊田工業大学 電子デバイス研究室
 Affiliation (English) : 1) Toyota Technological Institute, Advanced Electron Devices Laboratory
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、形状・形態観察、GaN、パワーデバイス

1. 概要(Summary)

電子・正孔チャネルを有するGa_{0.5}Al_{0.5}GaN/GaNヘテロ構造のスーパー接合(SJ)は、高耐圧で低オン抵抗なパワーデバイスに好適である。我々は、豊田工業大学共同クリーンルームに設置されたナノテク支援プラットフォームの装置を利用して、表面層にMgアクセプタをドーピングして結晶成長時に意図せず混入する残留Siドナーを補償したヘテロ構造SJデバイスの研究を進めた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

スパッタ(金属、絶縁体)蒸着装置、原子層堆積装置、洗浄ドラフト一式、マスクアライナ装置、表面形状測定器(段差計)

【実験方法】

p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN/GaNのSJ構造は、有機金属気相成長法によりSi基板上に形成した。p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN層の厚さは140 nm、Mgドーピング濃度は $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ であり、活性化した正孔濃度は $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。

SJダイオードの作製方法を以下に示す。まず、誘導結合型反応性イオンエッチング(ICP-RIE)を行い、p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN層を一様に除去することで厚さを変えたウエハを作製した。次に、原子層堆積装置を用いてSiO₂膜を形成した。次に、マスクアライナ装置を用いてパターンの転写を行い、フッ酸緩衝液によりSiO₂膜を除去した。そして、ICP-RIEによりp型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN領域の形成と素子間の電氣的な分離を行った。最後に、p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN領域上にアノード、AlGa_{0.5}N層上にカソードを形成した。p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaN層の厚さ($T_{\text{p-GaN}}$)は20, 70 nm、ドリフト領域長は6, 8, 12, 16 μm である。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図1に、 $T_{\text{p-GaN}}$ が70, 20 nmのSJダイオードの耐圧特性の L_D 依存性を示す。 $T_{\text{p-GaN}}$ が70 nmでは、耐圧と L_D に相関はない。これは、過剰なアクセプタによる電界集中の発生を示唆している。一方、 $T_{\text{p-GaN}}$ が20 nmでは、 L_D の増加に伴い耐圧は向上した。これは、残留Siドナーをアクセプタが補償することで均一な高電界が得られたためと考える。 L_D が16 μm で900 Vの高耐圧を獲得した^[4-1,4-2]。

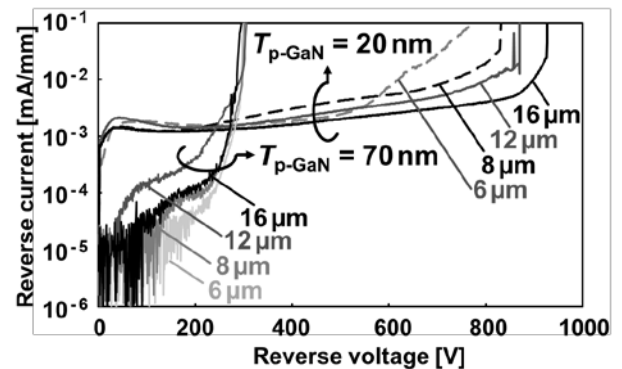


図1. SJダイオードの耐圧特性の L_D 依存性 ($T_{\text{p-GaN}}$ は70 nmまたは20 nm)

4. その他・特記事項(Others)

上記研究に加えて、p型Ga_{0.5}Al_{0.5}GaNゲートAlGa_{0.5}N/GaNダイオード^[4-3]、Ga_{0.5}N基板上AlGa_{0.5}N/GaN高電子移動度トランジスタ^[4-4]、MgドープGa_{0.5}Nのレーザー照射によるp型活性化^[4-5]の研究成果を得た。

- [4-1] 川田宗一郎 他, 秋季応物学会, 12p-N305-4 (2021).
- [4-2] S. Kawata *et al.*, ISPlasma 2022, accepted (2022).
- [4-3] Y. Zhang *et al.*, JJAP **61**, SA1013 (2022).
- [4-4] M. E. Villamin *et al.*, JJAP **61**, SA1015 (2022).
- [4-5] R. Kamiya *et al.*, ISPlasma 2022, accepted (2022).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation): なし。

6. 関連特許(Patent): なし。