

課題番号 : F-19-TT-0008
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : GaN などの化合物半導体デバイスの研究開発
 Program Title (English) : Development of compound semiconductor devices
 利用者名(日本語) : 榎田知義, 大森雅登, 畔柳壮, 近藤孝明,
 尾川弘明, 東中川洋幸, 上谷竜司, 川田宗一郎
 Username (English) : T. Kushida, M. Ohmori, S. Kuroyanagi, T. Kondo,
 H. Ogawa, H. Higashinakagawa, R. Kamiya, S. Kawata
 所属名(日本語) : 豊田工業大学 電子デバイス研究室
 Affiliation (English) : 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, ダイオード, 高耐圧

1. 概要(Summary)

一対の電子正孔チャンネルを有するAlGaAs/GaAs/AlGaAs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[5-1]。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、ドナーとアクセプターをGaAsチャンネルにドーピングしたヘテロ構造SJダイオードの研究を進めた。今年度は、高耐圧特性改善のため、残留アクセプター濃度を差し引いたアクセプターのドーピングにより、空間電荷を揃える検討を行った[5-2]。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置, マスクアライナ装置, 洗浄ドラフト一式, エリプソメーター, 表面形状測定器(段差計), スパッタ蒸着装置, 抵抗加熱蒸着装置

【実験方法】

AlGaAs/GaAs/AlGaAs構造は、有機金属気相成長法によりGaAs基板上に形成した。GaAsチャンネルの下面にドーピングしたドナー濃度は $1.1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。アクセプター濃度は、 10^{15} cm^{-3} オーダーの残留アクセプターを想定して、 $0.8 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ から $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ の範囲でのドーピングを検討した。

ダイオードの作製方法を以下に記す。まず、原子層堆積装置にSiO₂膜を成膜した。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、フッ酸緩衝液によってSiO₂膜を除去した。そして、H₂SO₄系エッチャントによる素子分離を行った。最後に、蒸着装置を用いて、p型およびn型オーミック電極を形成した。作製したダイオードのドリフト領域長(L)は53 μm, 83 μmおよび113 μmである。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1に、アクセプターを $0.9 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ ドーピングしたダイオードの逆方向電流電圧特性を示す。耐圧は逆方向電流が $0.3 \mu\text{A}/\text{mm}$ に到達したときの電圧である。1200 Vの耐圧をドリフト領域長113 μmで得た。さらに、ドリフト領域長53 μmと83 μmの耐圧は、それぞれ800 Vと1000 Vであり、ドリフト領域長の増加に伴って上昇した。これは、空間電荷が揃って均一な電界が形成されたことを示唆する。

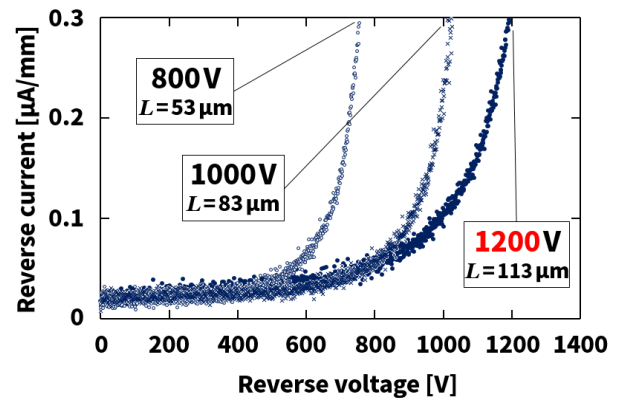


Fig. 1 Reverse IV characteristics of fabricated diodes.

4. その他・特記事項(Others)

上記のSJダイオードの研究に加えて、ノーマリオフ動作AlGaIn/GaN高電子移動度トランジスタ(HEMT)やGaIn基板上AlGaIn/GaN HEMT, p型GaInへの低接触抵抗オーミック電極の研究成果を、JJAPでの論文発表, 春季応物学会やISPlasma2020などで発表した。加えて、修士2名と学部3名の修士・卒業論文の研究に貢献した。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[5-1] 榎田知義 他, 電学論C, 139, pp.1015-1019(2019)

[5-2] 尾川弘明 他, 春季応物学会, 13p-PA9-22(2020)

6. 関連特許(Patent) なし。