

Si 基板上縦型 GaN p-n ダイオードの破壊電圧に対する SLS 層の影響

Effect of strained layer superlattice (SLS) on breakdown voltage of fully-vertical GaN p-n diodes on Si

名古屋工業大学, 鳥居直生, Debaleen Biswas, 山本圭司, 江川孝志

Nagoya Institute of Technology, Naoki Torii, Debaleen Biswas, Keiji Yamamoto, Takashi Egawa

E-mail:30413131@stn.nitech.ac.jp

はじめに GaN デバイスはバンドギャップが大きく、破壊電界が高く、熱導電性がよく、プロセス適合性も高いためパワーデバイスや高速スイッチングの材料として期待されている。^[1]我々の研究グループは導電性 n⁺-SLS 層を用いた Si 基板上の GaN 縦型ダイオードの作製に成功した。^[2]また、ドリフト層の厚さが 0.5 μm から 2.3 μm に増加させると、ダイオードの破壊電圧は飽和する傾向にあることが分かった。^[3]そこで、SLS 層の一部を低ドーピングすることでドリフト層として利用することで破壊電圧を大きくすることに成功した。^[4]今回は異なる厚さの低ドーピング SLS ドリフト層を持つ縦型 p-n ダイオードについて評価を行ったので、その結果を報告する。

実験 n⁺-Si 基板上に 3 nm の AlN 層を結晶成長させた後、n⁺-SLS 層($1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)、n⁻-SLS ドリフト層($1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)の順で合わせて 3.3 μm 結晶成長させ、その上に GaN p-n ダイオード構造を形成させた。今回は n⁻-SLS ドリフト層を 1.0 μm , 2.0 μm , 3.0 μm と変化させた Fig.1 に示すダイオード構造を作製し、従来の n⁻-SLS ドリフト層を用いないものと比較して I-V 特性を評価した。

結果及び考察 Fig.2 に作製した縦型 GaN p-n ダイオードの室温での I-V 特性を示す。Fig.2(a)に示す順方向 I-V 特性から、8 V での電流密度は n-SLS 層の厚さが 1.0 μm が最も大きく、2.09 A/cm² であり、オン抵抗は 2.31 $\Omega \cdot \text{cm}^2$ であった。また、n⁻-SLS ドリフト層の厚さに対する依存性も確認できた。Fig.2(b)に示す逆方向 I-V 特性より、n⁻-SLS ドリフト層の厚さが 3.0 μm で破壊電圧 802 V であり、破壊電界が n⁻-SLS ドリフト層の厚さに依存していることが分かった。また、オン抵抗を低減するために、Si 基板の一部を除去することで、低オン抵抗化と高耐圧化の両立が期待できる。

参考文献

[1]X.Zhang et al.,IEEE Trans.Electron Dev.,64(3),809-815,(2017)

[2]S.Mase et al.,Appl.PhysExp.,9(11),111005(2016)

[3] S.Mase et al.,IEEE Electron Dev.Lett. 38(12),1720(2017)

[4] S.Mase et al.,Semicond.Sci.Technol.33,0650017(2018)

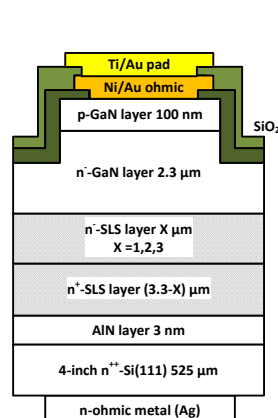


Fig. 1 縦型 GaN p-n ダイオードの構造図

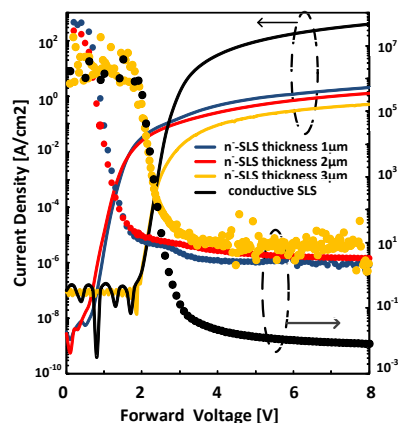


Fig. 2(a)

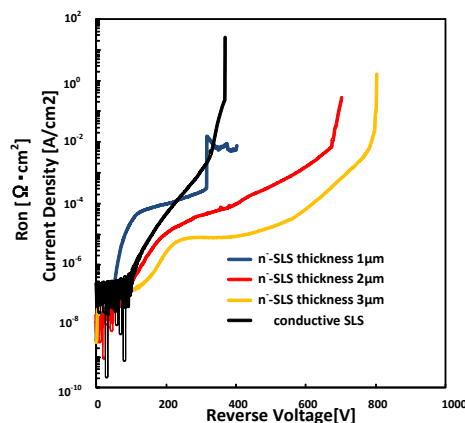


Fig. 2(b)

Fig.2 p-n ダイオードの(a)順方向 I-V 特性および (b)逆方向 I-V 特性