

大気圧窒素プラズマ中レーザー照射による 4H-SiC 中への窒素ドーピング

Nitrogen Doping in 4H-SiC by Laser Irradiation in Nitrogen Plasma at Atmospheric Pressure

九大 ○小島遼太, 池上浩, 渡邊陽介, 池田晃裕, 中村大輔, 浅野種正, 岡田龍雄

Kyushu Univ., ○R. Kojima, H. Ikenoue, Y. Watanabe, A. Ikeda, D. Nakamura, T. Asano, T. Okada

E-mail: ikenoue@ees.kyushu-u.ac.jp

1. 序論

SiC はワイドギャップ半導体であり, 耐電圧性, 耐熱性, 熱伝導特性に優れパワーデバイスや環境デバイスとしての優れた材料物性を有することが知られている. 一方, ウエハ製造時の欠陥低減など解決すべきプロセス技術の課題が残されており, 特に不純物ドーピングに関しては不純物濃度の向上及び活性化率の改善, プロセス温度の低減などが求められている. 我々は, 不純物注入時の欠陥生成を低減し低温でドーパントを活性化し得る技術として, 溶液中レーザー照射による不純物のドーピング技術の研究を行ってきた. 結果, 様々な溶液中でのレーザー照射により SiC 中への P, Al, N など様々な不純物の注入と同時活性化が達成されることを示してきた[1-3]. 我々は, さらに簡便に不純物の注入と活性化を実現する技術として, 大気圧プラズマ中でのレーザードーピング技術を提案している. 本報告では窒素プラズマ中レーザー照射により窒素ドーピング領域を形成し, pn 接合ダイオードの電気特性を評価したのでその結果を報告する.

2. 実験

用いたレーザーはギガフォトン社製 KrF エキシマレーザーであり, 波長は 248 nm, パルス幅は約 55 ns であった. 用いた試料は p-epi /n⁺ 4H-SiC(1000)基板で, 大気圧窒素プラズマに曝しつつレーザーを照射した. レーザービームは 340 $\mu\text{m} \times 150 \mu\text{m}$ の矩形形状であり, 照射フルエンス 3.5 J/cm²~4.6 J/cm², 照射回数 1 shot~5 shots の範囲で照射を行った. p 形領域へのコンタクト電極は, Ti/Al 膜を物理気相蒸着法にて成膜し 850 °C で 5 分間, 真空中でアニールすることにより形成した. この電極蒸着した p 形領域とレーザー照射した領域で pn 接合ダイオードを形成し, 電流-電圧(I-V)特性と逆回復特性を測定した.

3. 結果及び考察

図 1 は, フルエンス 3.8 J/cm², 照射回数 1 shot でレーザーを照射した領域と, p-epi 層上の電極間で測定された電流-電圧(I-V)特性を示している. 図 1 より, レーザー照射を施すことで明確な整流特性が生じることが分かる. p-epi 層に形成された電極及びレーザー照射領域ではオーミックコンタクトが得られることを確認しており, このダイオードの逆回復特性を調べた結果, 回復時間は約 100 ns であったことから, この整流特性は pn 接合により得られていると考えられる.

図 2 は, 測定された I-V 特性から求められたダ

イオード理想係数 n を示している. フルエンス 3.8 J/cm², 照射回数 1 shot の場合において $n = 1.2$ であり, 理想ダイオード($n = 1$)に近い値を示すことが分かった. このことから拡散電流が支配的であり, pn 接合領域の欠陥を介した再結合電流は少ない事が分かる.

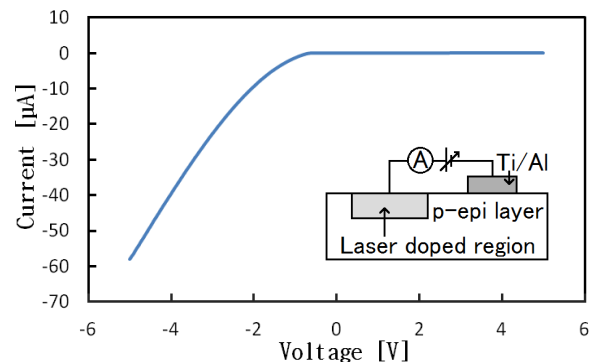


図 1 レーザー照射領域と p-epi 層間の I-V 特性. 3.8J/cm², 1 shot.

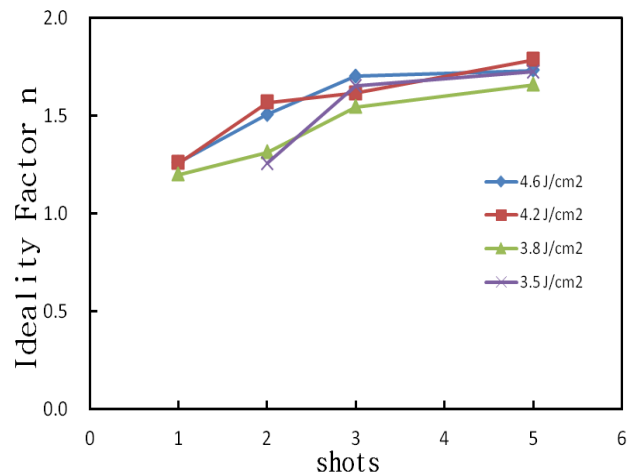


図 2 I-V 特性により求められたダイオード理想係数 n .

以上の結果から大気圧窒素プラズマ中で SiC にレーザー照射を施すことにより窒素の注入と同時活性化を低温で行うことが可能であると考えられる.

- [1] A. Ikeda et al., Appl. Phys. Lett. **102**, 052104 (2013)
- [2] K. Nishi et al., Mater. Sci. Forum, **778-780**, 645 (2014).
- [3] 井上祐樹ら, 第 61 回応物春季学術講演会, 19p-D1-11 (2014).