

薄膜レーザーアブレーションによりドーピングが施された 4H-SiC の電気特性評価

Investigation of electric properties of 4H-SiC doped by laser ablation of thin films

九大 シス情¹, 九大 ギガフォトン NextGLP 共同研究部門²

○菊地俊文^{1,2}, 妹川要^{1,2}, 中村大輔¹, 池上浩^{1,2}

Grad. Sch. ISEE, Kyushu Univ.¹, Department of Gigaphoton Next GLP, Kyushu Univ.²

○T. Kikuchi^{1,2}, K. Imokawa^{1,2}, D. Nakamura¹, H. Ikenoue^{1,2}

E-mail: ikenoue.hiroshi.834@m.kyushu-u.ac.jp

1. 序論

4H-silicon carbide (4H-SiC) は 3.26 eV のバンドギャップを持つワイドバンドギャップ半導体であり、電圧耐性、耐熱性、熱伝導性等の優れた材料物性を有し、パワーデバイスや低環境負荷デバイス材料として注目されている[1]。一方、ウエハ製造時の欠陥低減等の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、活性化率の改善及びプロセス温度の低減等が求められている。現在用いられているイオンインプラネーション法では、イオン注入後、活性化アニールの工程を必要とする。我々は、4H-SiC 基板上に p 型、n 型のドーパントとなる不純物を含んだ膜を形成し、不活性ガス中でレーザーアブレーションさせることで 4H-SiC 内に不純物を拡散させることに成功した[2]。本報告では、SiN 薄膜アブレーションによりレーザードーピングを施した窒素の活性化率をホール効果測定により行っ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波長は 248 nm、パルスの半値幅は約 15 ns、設定可能周波数は 1 Hz～4000 Hz であった。本装置にはパルスストレッチャーが備えられており、パルス幅を 15 ns から 82 ns まで段階的に伸ばすことが可能である。

実験に用いたサンプルは SiN_x (100 nm) / p-epi / n-type 4H-SiC (0001) sub. であり、上層の SiN_x 膜は CVD (Chemical vapor deposition) 法にて形成した。照射面上にはガスノズルにて Ar が供給されており、照射面の酸化を抑えつつドーピングを施した。レーザー形状は 300×400 μm² の矩形であり、レーザー繰り返し周波数 100Hz で照射しつつ長軸方向に 4 mm/s で走査することで幅 300 μm の線状ドーピング領域を形成した。また、短軸方向にピッチ 150 μm～300 μm で線状走査を繰り返すことで試料面全体へのドーピングが可能となる。さらに、試料面上にレジスト膜をパターニングし保護することで、全面走査を行っても、局所的なレーザーピングが可能となる。Fig. 1 は、ホール効果測定を行うために形成したサンプルの構造を示している。図中の正方形の n++ は、周囲の p-epi 領域をレジストにて保護し、レーザードーピングが施された領域を示しており、

その 1 辺は 7 mm であった。レーザー照射後、非照射領域の SiN_x 薄膜を熱リン酸により除去し、プラズマクリーニング及びフッ酸溶液で洗浄を行った。洗浄後、ホール効果測定用の Al/Ti 電極を n++ 領域上に形成した。

3. 結果及び考察

Fig. 2 にホール効果測定結果を示す。ホール電圧は n 型を示し、ホール係数から求められたキャリアの面密度は $6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ であった。SIMS (二次イオン質量分析法) により求められた N 原子の表面濃度は約 $1.0 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ であり、そのドーピング深さは約 100 nm であった。N 原子の深さ分布を積算することにより求められた注入された N 原子の表面濃度は約 $6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ であることから N の活性化率はほぼ 100 % であると推定される。より詳細な分析結果は講演にて報告する。

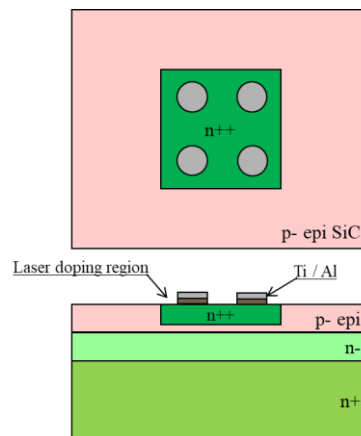


Fig.1 Schematic of a Hall effect measurement sample.

シート抵抗	1158 Ω/sp
Hall係数	-0.101 m ² /C
シートキャリア	-6.17E+15 cm ⁻²

Fig.2 Results of a Hall effect measurement.

参考文献

- [1] Carl-Mikael Zetterling, "Process Technology for Silicon Carbide Devices," (2002).
- [2] T. Kikuchi, et al. Proc. SPIE 10905, (4 March 2019).