

SiNx 膜レーザーアブレーションによる 4H-SiC への窒素ドーピング

Nitrogen doping in 4H-SiC by laser ablation of a SiNx film

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}, 池田晃裕¹, 中村大輔¹, 浅野種正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}, A. Ikeda¹, D. Nakamura¹, T. Asano¹, H. Ikenoue^{1,2}

E-mail: h.ikenoue.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。我々は、4H-SiC 基板上に SiNx 膜を形成し、真空中にて SiNx 膜をレーザーアブレーションすることで 4H-SiC 内への窒素ドーピングが達成されることを示してきた[2]。しかしながら、真空槽内での処理は生産性を低下させることから生産技術的には真空槽を用いない処理方法の開発が望まれる。今回我々は、高くり返しレーザー、高精度・高速移動ステージ、不活性ガスノズルを用いたシステムを開発を行った。本システムを用い、真空槽を必要としない 4H-SiC への窒素ドーピングが可能かを調査した。

2. 実験

用いたレーザーは、ギガフォトン社製 KrF エクシマレーザーで波長は 248 nm、パルス幅は約 30 ns、設定可能周波数は 1 Hz~4000 Hz であった。Fig.1 は開発したレーザーシステム概略図である。PC 上でレーザー、ステージ、周辺機器を管理し、レーザーの照射条件をコントロールすることが可能である。

実験サンプルは SiNx(100nm)/n-type 4H-SiC(0001)sub. であり、上層の SiNx 膜は CVD (Chemical vapor deposition)法にて形成した。照射面上は不活性ガスノズルにて Ar ガスを供給し Ar ガスで満たされた状態であった。レーザーの形状は 300×1000 μm の矩形形状であった。レーザーのくり返し周波数は 100Hz、ステージの操作方向は短軸方向であり、速度は 3 mm/s であった。上記の条件でレーザー照射を行い 4H-SiC 中への窒素のドーピングと活性化を試みた。レーザー照射後、SiNx 薄膜を熱リン酸エッチングにより除去し、照射表面の電流-電圧特性を観測した。

3. 結果及び考察

Fig. 2 に Ar ガス中及び大気中でレーザーを照射した場合の照射表面の電流-電圧特性を示す。フルエンスは 2.0 J/cm²、照射回数は 10 shots であった。Fig.2 より大気中で照射を行った場合は、特性が非

線形であり抵抗値も上昇している。一方 Ar ガス中で照射を行った場合は線形性のあるオーミックな特性を観測することができた。この時の抵抗値は 29 Ω であり、今まで我々が行ってきた真空中での照射結果 30 Ω [2]に近い値を得ることができた。以上の結果は本システムを用いることで真空槽を必要としない 4H-SiC に対する窒素のドーピングが達成できることを示している。

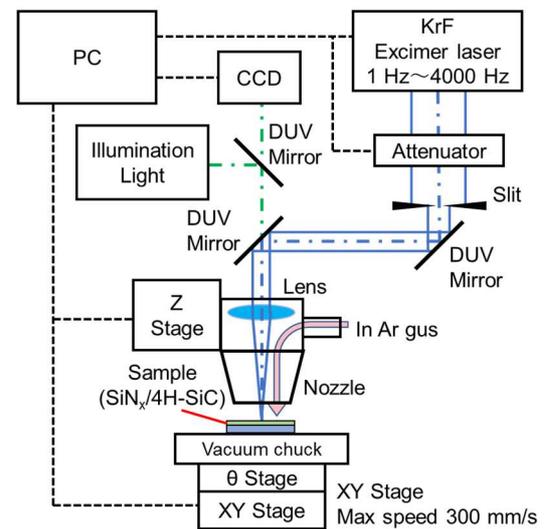


Fig.1 Laser system schematic image

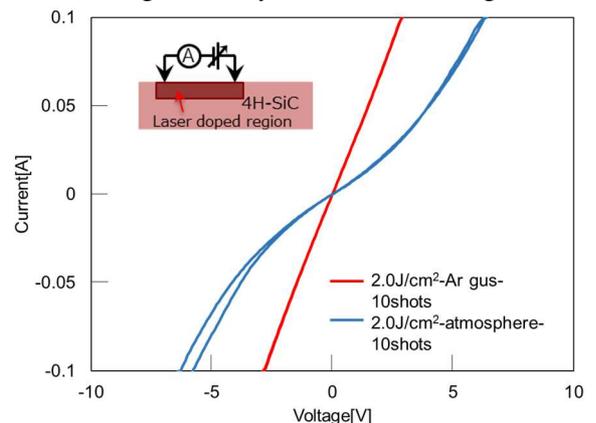


Fig.2 IV characteristics for dependent of atmosphere (2.0J/cm², 10shots)

参考文献

- [1] Carl-Mikael Zetterling, "Process Technology for Silicon Carbide Devices," (2002).
 [2] 小島遼太ら, 第63回応用物理学会春季学術講演会,(2016).