

SiN_x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と窒素拡散機構に関する研究

Effects of nitrogen doping in 4H-SiC by laser ablation of a SiN_x film and its diffusion mechanism

○小島遼太, 池上浩, 諏訪輝, 池田晃裕, 中村大輔, 浅野種正, 岡田龍雄 (九州大シス情)

○R. Kojima, H. Ikenoue, M. Suwa, A. Ikeda, D. Nakamura, T. Asano, T. Okada (Graduate School of I.S.E.E. Kyushu Univ.)

E-mail: kojima@laserlab.ees.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 Si 窒化膜(SiN_x)を形成しレーザーを照射することで窒素のドーピングが達成されることを示してきた[2]. 本報告では, レーザー照射時に生じる窒素原子の拡散現象を調査したので, 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波長は 248 nm, パルス幅は約 50 ns であった. *n*-type 4H-SiC(0001)基板上に, CVD(Chemical vapor deposition)法にて膜厚 100 nm の SiN_x 膜を形成した. SiN_x/4H-SiC(0001)にレーザー(300×300 μm²の矩形形状)を照射し, SiC 中への窒素の注入と活性化を試みた. レーザー照射後, SiN_x 薄膜を熱リン酸エッチングにより除去し, 膜中濃度分布を SIMS(Secondary ion mass spectrometry)により測定した.

3. 結果及び考察

図 1 は, レーザー照射領域内の I-V 測定により算出された抵抗値の照射回数依存性を示している. このときの照射フルエンスは 2.0 J/cm² 及び 3.0 J/cm² であった. 図 1 より, 2.0 J/cm² では照射回数 5 shots, 3.0 J/cm² では 2 shots の照射条件で, 抵抗は約 50 Ω まで大幅に低減することが分かる. 低減した抵抗は, フルエンス 2.0 J/cm² の場合は 10 shots 以上の照射でも悪化しないのに対し, 3.0 J/cm² においては 3 shots 以上の照射により抵抗が増大する.

図 2 に, SIMS により測定された照射領域内の

窒素と炭素濃度の深さ分布を示す. 抵抗が十分に低減した 3.0 J/cm², 2 shots では窒素分布は拡散分布でフィッティング可能で, 算出された拡散係数 D は $1.3 \times 10^{-5} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$ であった. 一方, 抵抗が増大する 10 shots の照射回数において, 窒素濃度分布は拡散分布では説明不可となり, また表層付近で炭素濃度の低下が観測された.

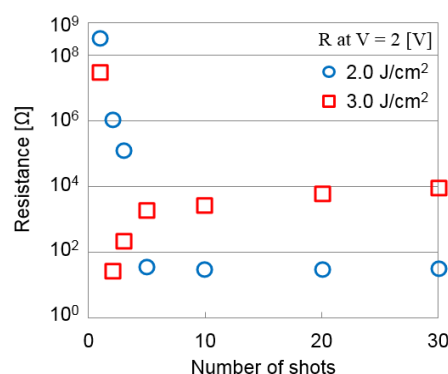


図 1. 照射領域内 I-V 特性より算出された抵抗値のレーザー照射回数依存性.

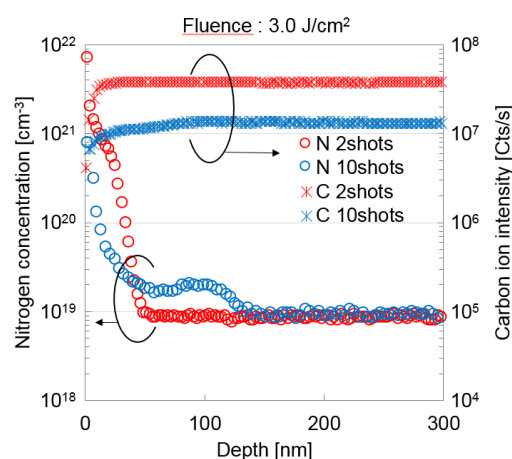


図 2. 照射領域内 SIMS 分析による窒素原子濃度と炭素イオン強度の深さ方向分布

[1] Carl-Mikael Zetterling “Process Technology for Silicon Carbide Devices,” (2002).

[2] 小島遼太ら, 第 76 回応物秋季学術講演会(2015).