

KrF レーザードーピングによる SiC 極表面変化

—レーザードーピングメカニズムの研究 (その2)—

SiC Surface Characterization by KrF Excimer Laser Doping

Study of Laser Doping Mechanism (part 2)

ギガフォトン株式会社 [○]妹川 要, 納富 良一, 宇佐見 康継

Gigaphoton Inc. [○]Kaname Imokawa, Ryoichi Nohdomi and Yasutsugu Usami

E-mail: yasutsugu_usami@gigaphoton.com

1. 背景

SiC パワーデバイスは、その物性特性から高耐圧、高温動作、低オン抵抗動作等、パワーデバイスとして多くの有効性が示唆されている。しかしながら製造プロセスは Si 系半導体のそれと比較して結晶性回復過程や活性化率向上時により高温な処理が必要とされるなど課題もある。この為レーザーによる拡散層形成もその解決手段の一つとして有効と考えられている[1][2]。

レーザーによる拡散層形成は SiC 表面上にあるドーパント材料を通して SiC 基板にレーザー照射することにより不純物を SiC 基板内に拡散する手法である。この場合、レーザー照射強度 (フルエンス) が、ある閾値 (例えば SiC 包晶温度: 3100K) を超えると SiC 基板がアモルファス化、又は 4H 構造から 3C 構造へ再結晶化する[3]等、組織変化を起こすので一般には閾値を超えない範囲で条件設定される。

前回我々は、閾値 (包晶温度:3100K) を超えない範囲にてレーザー照射した後、SiC 表面の変化を Raman にて分析した結果を報告した。今回、表面状態及び基板内部について TEM 分析により詳細を分析したので報告する。

2. 実験方法および評価結果

4H 構造 SiC 基板にドーパント材として SiN 膜を 200 nm 塗布し、N を拡散する目的で KrF エキシマレーザー (波長: 248 nm, パルス幅: 82 ns) を照射し、顕微 Raman にて表面を評価した結果、照射回数の増加と共に極表面に Si-Rich 面、C-Rich 面の分離層が生成することを前回示した。今回その個所を TEM で分析実施した結果を Fig.1 に示す。

Raman 分析で計測された Si-C 分離層は極表面の数 nm のみで生成され、SiC 内部構造に変化が無いことも分かった。この Si-C 分離層は後処理にて容易に除去できるレベルである。

同様に照射回数を増加させた領域 (>数千 Shots, Fig.2) では Raman 分析と同様に極表面の状態は激しく変化しており、レーザーによるプラズマ生成による自己集束 (カー効果) によるものと推定される特徴的な形状が TEM にても観察されることが分かった。

この表面損傷は Photochemical 現象により Si と C の分離が発生したのち、更なる照射により Si 表面層が自己集束 (カー効果) により約

20 nm の突起状に隆起することが示唆される[4][5]。但し本条件においても分離層以下の SiC 基板は結晶構造を維持していることも同時に分かった。

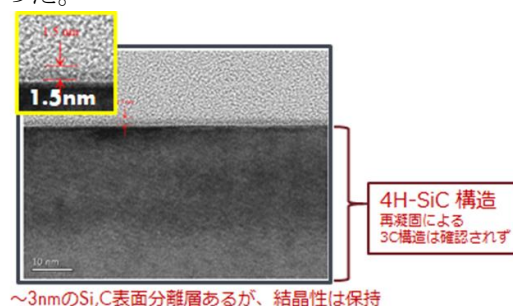


Fig.1 Surface analysis results by TEM.

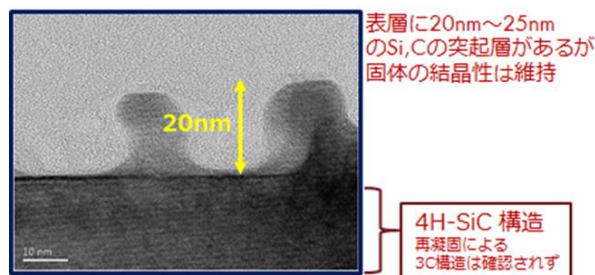


Fig.2 Surface analysis results by TEM.

3. 結論

Fig.1, 2 の結果から閾値 (包晶温度:3100K) を超えない範囲においては、照射回数と共に極表面の厚さ数 nm 程度の状態変化が再確認されたが、Si-C 分離層は後処理にて容易に除去できるレベルであることが分かった。また閾値以下の照射であれば SiC 基板内部は、アモルファス化、又は 3C 構造へ再結晶化する等、結晶状態の変化が発生しないことも分かった。

謝辞

本研究は、内閣府 SIP プログラム「光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術」(管理法 人: 量研) によって実施されました。

- [1] Z. Tian et al., Acta Materialia 54, 4273–4283 (2006).
- [2] C. Dutto et al., Applied Surface Science 184, 362–366 (2001).
- [3] C. Insung et al., Nat Commun, 7, pp.1-7 (2016).
- [4] A. Saliminia et al., J. Appl. Phys. 93, 3724 (2003).
- [5] C. Li, et al., Appl. Phys. B 98, 377 (2010).