

# KrF レーザードーピングによる SiC への窒素拡散

## —レーザードーピングメカニズムの研究 (その3)—

### Nitrogen Doping for SiC Substrate by KrF Excimer Laser Study of Laser Doping Mechanism (part 3)

ギガフoton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。しかしながらその製造プロセスは Si 系半導体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。その解決手段の一つとしてレーザーによる拡散層形成 [レーザードーピング] も有効な手法と考えられている[1]。しかしながらレーザードーピングは、いまだメカニズムに不明な点が多く、制御性の面で商用化への道は遠い。

我々は前回[2]に引き続きレーザードーピングによる拡散メカニズムを明確にする目的でレーザー照射回数と拡散深さについて調査したので報告する。

#### 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の SiN 膜 200 nm を事前塗布し、窒素を拡散する目的で KrF エキシマレーザー (ギガフoton株式会社製、波長: 248 nm, パルス幅: 82 ns) を照射した。その後 SiN 膜を除去し SIMS により窒素の拡散深さを評価した。

レーザー照射回数毎の SIMS 分析による窒素プロファイルを図 1 に示す。

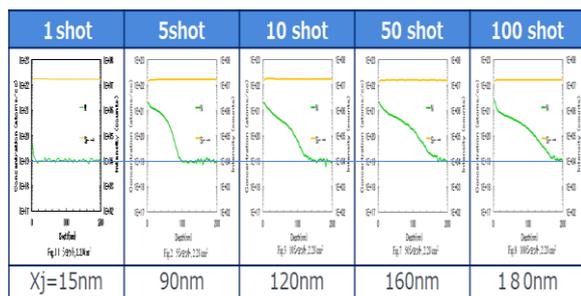


Fig.1 Nitrogen profile by SIMS

照射回数の増加と共に窒素が深く拡散されることが確認できる。図 1 の実験はレーザー照射強度 (フルエンス) が  $2.2\text{J}/\text{cm}^2$  で実施した。照射回数 100 回で約 180nm の接合深さを実現できた。

本実験はレーザー照射強度 (フルエンス) が、損傷閾値 (例えば SiC 包晶温度: 3100K) を超え 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等、組織変化を起こすことのない領域で実施した。

#### 3. シミュレーションでの確認

今回の実験を計算科学にて確認した。シミュレーションは SILVACO 製 TCAD ATLAS をベースに弊社独自に表面近傍と内部で拡散メカニズムが違うことを想定し、二つの拡散係数による合成状態を計算できるように改造[3]した (GPI Model-2) を使用。その計算結果を図 2 に示した。

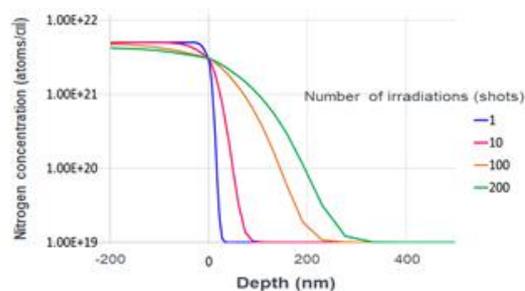


Fig.2 Simulation results by GPI Model-2

実験と同様に照射回数の増加と共に窒素が深く拡散されることを確認、接合深さも同様の傾向を示した。

#### 4. 結論

Fig.1、2 の結果から損傷閾値 (包晶温度: 3100K) を超えない範囲において、照射回数とともに窒素が深く拡散することが理解できたが、そのメカニズムは光-熱反応以外にも光-化学、光-機械反応を含めた各拡散モデルの合成として考えられる。

#### 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] 妹川, 納富, 宇佐見, 第 82 回秋季応物 12a-N305-1, 12a-N305-2(2021).
- [3] Y Usami et al. J.J. Appl. Phys. 60, 086502 (2021).