

炭化ケイ素(SiC)は、硬度・熱伝導率・バンドギャップにおいて半導体産業で従来利用されてきたシリコン(Si)よりも優れており、パワー半導体としての利用が拡大している。我々は、イオンビーム照射による材料表面の隆起現象を応用する事で、高硬度の SiC に対する新たな加工技術の開発に貢献できると考えた。照射イオンの飛程や照射量が SiC の隆起高さに及ぼす影響は系統的に確認された^[1]が、イオン種による影響は解明されるに至っていない。また、隆起現象を照射効果に基づいて定量的に理解する試みは、いまだ不十分である。本研究の目的を、照射イオン種が隆起現象に及ぼす効果、及び非晶質化モデルの SiC の隆起現象への適用可能性の検証とした。

4H-SiC 基板(CREE 社製)に、先行研究^[2]で照射した Ar イオンと照射量・飛程が同程度になるように C, O イオンを照射した。照射後の SiC の表面形状を段差計(KLA-tencor 社製、Alpha-step)を用いて測定し、隆起高さを得た。照射条件によって決まる隆起高さの振る舞いを、複数の非晶質化モデルを用いて解析した。

照射量を照射効果の指標となるドーズ[DPA]に換算すると、同一ドーズでの隆起高さは O, Ar では同じで、C では異なる結果となった(図 1)。また、飛程を統一したにも関わらず、照射イオンの原子番号(Z)の減少に伴い高照射量域での隆起高さ(飽和隆起高さ)は低くなり、照射量に対して隆起高さは指数関数的な振る舞いから S 字型の振る舞いに移行する事が判明した(図 1)。前者は、核的阻止能と電子的阻止能の大小関係によって決まる再結晶化の効果が関与していると考えられる。後者の理解のために、隆起高さの照射量(ドーズ)依存性をビーム照射による非晶質化モデルを用いて定量的に解析した。

非晶質化モデルによる解析の結果、Zhang 氏のモデル^[3]が最も適している事が分かった。この解析結果は、Z の増加に伴い直接衝突型のアモルファス化プロセスが、一方で Z の減少に伴い欠陥誘発型のアモルファス化プロセスが優勢となる事を意味する。これが、Z による照射量依存性の違いの要因であると考えられる。

本研究により、非晶質化モデルを用いて、照射条件に関わらず隆起現象を照射効果と関連付けてより定量的に理解する事が期待できる。

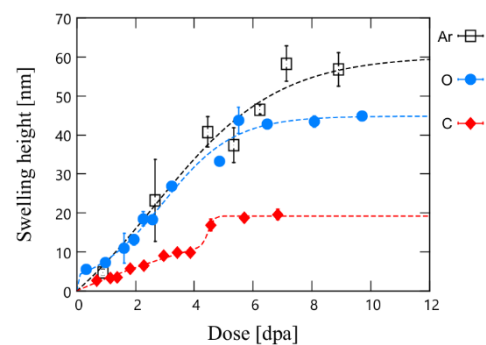


図 1.隆起高さのドーズ依存性、点線はフィッティング結果 (Ar については[2]の結果)

文献

- 1) S. Momota *et al.*, *Vacuum*. 2019, 170, 108963
- 2) 渡辺みひろ,令和 2 年度卒業論文,“イオンビーム照射による結晶材料の隆起高さとの照射条件の関係 “
- 3) Y. Zhang *et al.*, *J. Appl. Phys.* 2002, 91(10), 6388-6395