

## イオンビーム照射によって引き起こされる SiC 結晶の欠陥生成と隆起現象

### Defect production and swelling phenomena induced by ion-beam irradiation on SiC crystal

炭化ケイ素(SiC)は高硬度・高耐熱・ワイドバンドギャップなど優れた特性を持つ半導体材料であり、高温下でも動作可能な電子デバイスへの応用が期待される。しかし、SiC 基板は高硬度などの特性ゆえに難加工性材料であり、微細構造の加工技術は確立していない。そこで、我々はイオンビーム照射による表面隆起現象を利用した加工を検討している。先行研究より SiC にイオンビームを照射すると、欠陥の生成と結合の変化が生じることにより SiC 表面に隆起構造が形成され<sup>[1,2]</sup>、その隆起高さは飛程と照射量に依存することが分かっている。しかし、照射イオンの違いが隆起高さへ及ぼす影響については十分明らかになっていない。今回の研究ではイオンビーム照射による欠陥の生成や生じた欠陥の密度・深さ分布と隆起高さの関係を定量的に調査し、飛程・照射量に加えて入射イオン種による隆起高さの制御の可能性を検証した。

複数のイオン種を、飛程が一定(115.2nm)になるよう加速電圧を設定し、照射量一定で 4H-SiC 基板(CREE 社製)へ照射した。段差計(KLA-tencor 社製、 $\alpha$  ステップ)を用いて SiC 表面の隆起高さを測定した後、RBS/C 測定装置を用いて、照射部の結晶性や欠陥分布の測定を行った。加えて、照射部の結晶性や結合の変化を評価するために、ラマン分光器 (Horiba HR-800,  $\lambda=532.08\text{nm}$ ) による測定を実施した。

今回の研究で飛程、照射量、さらに入射イオン種も隆起高さとの強い相関をもつことが分かった(Figure.1)。SiC 表面に形成された隆起構造の隆起高さは、入射イオンの原子番号とともに単調増加する。この振る舞いは、RBS/C スペクトル(Figure.2)で欠陥の生成数も入射イオンの原子番号の増加とともに増加することから説明できる。特に、N,O を照射した SiC の RBS/C スペクトルはランダムスペクトルに重なっていることから欠陥密度は飽和状態に近づいていることが分かる。本研究の定量的な調査により SiC 基板中での欠陥密度は  $3.0 \times 10^{17}/\text{cm}^2$  で飽和を迎えることが分かった。欠陥密度と照射イオンの原子番号との相関関係を利用して、飽和現象を予測できる可能性がある。Raman スペクトルでも、照射イオンの原子番号とともに結晶性が大幅に低下することが確認された。H,C,N,O 照射で結晶由来のピークのみ観測されたのに対して、Ar 照射の場合は結晶由来のピークに加えて Si-Si 結合と C-C 結合に起因するピークも観測した。以上より、照射イオンが重くなるほど同一の照射量であってもアモルファス化が早く進行すると考えられる。RBS/C スペクトルでは欠陥の飽和が確認された一方で、Raman スペクトルでは結晶ピークが確認されていることから、欠陥の飽和の後に結合の変化が起こる可能性が示唆された。

### 文献

- 1)Xavier Kerbiriou, Jean-Marc Costantini J. Appl. Phys. 105, 073513 (2009)
- 2)Manabu Ishimaru *et al.*, Phys. Rev. B 72, 024116 (2005)

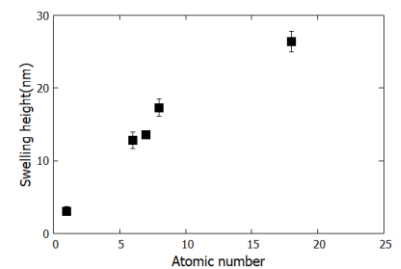


Figure.1 Correlation between atomic number and swelling heights

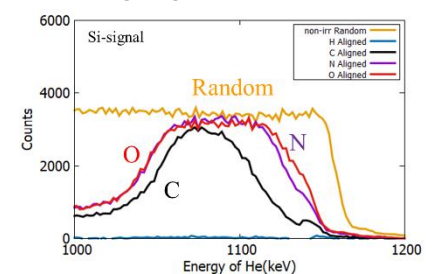


Figure. 2 RBS/c spectrum of IB-irradiated SiC