

シリコンカーバイド(SiC)は優れた特性を持つ有望な材料の 1 つであり、主に高絶縁破壊強度・高熱伝導度が必要とされるワイドバンドギャップ半導体デバイスなどの材料として研究されている。SiC は高硬度で高い化学的安定性のため加工が困難な材料である。この SiC の加工方法として、我々の研究室ではイオンビーム照射による結晶材料表面の膨張効果を利用している。この膨張効果は SiC ですでに確認されており¹⁾、その膨張率は 10~20%程度である^{1),2)}。

現在、SiC に対して Ar ビーム照射を行い、SiC 表面のステンシルマスクによって形成された幅 2mm×140μm のスリットに対し、飛程と照射量によって膨張(隆起)高さを制御できることがわかっている³⁾。本研究の目的は、①この SiC 表面の隆起構造の幅と高さのアスペクト比の向上と、②多段隆起構造の形成である。アスペクト比が 1 に近づくことで隆起構造を 3 次元の立体構造として利用価値が高まる。また多段隆起構造の形成により、将来的に複雑な 3 次元構造を必要とする MEMS などに応用できると考えている。

サンプルには 6H-N と 4H-N の 2 つのポリタイプの SiC を使用した。①の実験では、薄膜状の Cr マスク(厚さ 70nm)を使用し、100μm から 0.5μm までの 6 つのスリットパターンを SiC 上に形成し、60keV, $20 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ の照射条件で Ar ビーム照射を行った。②の実験ではステンシルマスクを用いて 2 回に分けて、スリットが交差するように Ar ビームを照射した。1 回目は 90keV, $2.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 、2 回目は 90~700keV, $2.5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ の照射条件で照射した。

結果として、①スリット幅 10μm まで隆起を確認することができた(Fig. 1)。また、Cr マスクにより隆起した隆起構造の隆起高さは、ステンシルマスクで同じ条件で照射した際の隆起高さとは、わずかに減少した。先行研究³⁾に対して、1.75 倍アスペクト比が向上した。②2 段の隆起構造を AFM 像から確認することができた(Fig. 2)。2 回照射された交差部の隆起高さの照射量依存性について、 $H_1+H_2=H_{1+2}$ の式が成立した。さらに高照射量域での交差部の照射量依存性を調べるために、1 回目は 90keV, $50 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 、2 回目は 700keV, $5 \sim 10 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ の条件でさらに照射実験を行うと、 $7 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 以降の照射量で、上記の式が成立しないことを確認した。これは、高照射量域では欠陥が完全にアモルファス化することにより、交差部の隆起高さが飽和に達したためと考えられる。

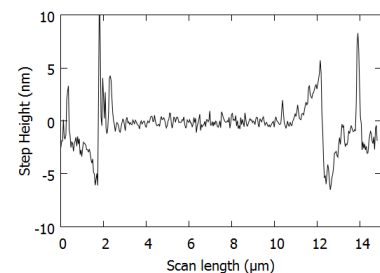


Fig. 1 幅 10μm での隆起断面図

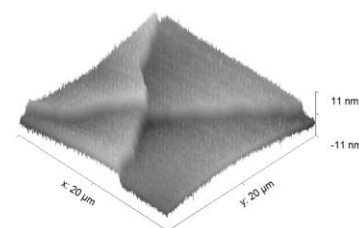


Fig. 2 2 回照射後の SiC

文献

- 1) Heera, F. Prokert, N. Schell, H. Seifarth, W. Fukarek, M. Voelskow, and W. Skorupa, Appl. Phys. Lett. 70, (1997) 3531.
- 2) C.J. HcHargue and J.M. Williams, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B80/81 (1993) 889-894.
- 3) N. Sato, Ar-beam induced swelling height on 6H-SiC surface controlled by range and fluence. Kochi University of Technology, (2017) Master's thesis.