

修士論文

Ar ビーム照射によって 6H-SiC 結晶表面に形成される隆起高さの 飛程・照射量による制御

Ar-beam induced swelling height on 6H-SiC surface controlled by range and fluence

指導教員

百田 佐多生

報告者

佐藤 法幸

平成29年3月21日

高知工科大学 基盤工学専攻 物質生命システム工学コース

1) 概要

イオンビームを結晶に照射すると表面がナノメートルからマイクロメートルオーダーで隆起することが知られている。現在ポスト Si や核反応炉の材料として注目されている炭化ケイ素(SiC)結晶においても、このイオンビーム照射による隆起現象が観測されている。

今回、我々は Ar ビームによる SiC 結晶の隆起の高さ(隆起高さ)のをイオンの照射量(照射量)と投影飛程(飛程)による制御性の検証のために、隆起高さの照射量依存性と、隆起高さの飛程依存性を調べた。

これらの関係性が明らかになり、隆起高さを制御できるようになれば、ナノ・マイクロメートルオーダーの高耐熱・高硬度な三次元構造をドライな条件で局所的に非切削加工により製作することが可能になる。将来この SiC 結晶三次元構造体を、直接機械構造として NEMS・MEMS へと応用することや、間接的に金型として使用しナノ・マイクロスケールの構造体を量産することへ応用することが期待できる。ナノ・マイクロスケールの機械構造の発展は、医療用のナノロボットや電子産業へなどへの応用につながるので非常に価値があると考えられる。

実験手順としては、まず表面を BHF 溶液でエッチング処理した 6H-SiC(n 型)結晶表面に $2 \times 0.1 \text{mm}$ の長方形のスリットが 4 つ入ったマスクを銅テープ固定した。その SiC サンプルに対し Ar ビームをラスタースキャン法で約 $5 \times 5 \text{mm}^2$ の領域に一様に照射した。90keV の Ar¹⁺ビームを $1 \times 10^{15} \sim 200 \times 10^{15} \text{ ion/cm}^2$ 、700keV は Ar⁷⁺ビームを $1 \times 10^{15} \sim 14 \times 10^{15} \text{ ion/cm}^2$ の照射領域で照射した。照射量はサンプルにつないだ電流計の出力電圧を $v \cdot f$ 変換でパルス化しカウントした。そして、段差計(α ステップ)を用いて照射により得られた照射部と非照射部間の段差から段差高さ(隆起高さ)を測定した。

測定の結果、隆起高さの照射量依存性と、隆起高さの飛程依存性には以下のような規則性がある事が分かった。今回の照射量域で隆起高さが照射量とともに高くなる領域と一定の高さを維持する二つの領域に分けることができたため、それぞれの領域を直線で近似した。飛程依存性は Ar については良く線形に近似していることが分かった。また、イオン種を限定しない場合もおおよそ線形に近似することが分かった。

この結果から照射量や飛程を変えた場合の隆起高さを予測できるようになったと言える。よって単一照射の場合は本研究の照射条件の範囲で照射量と飛程によって隆起高さの制御が可能になった。

現在、照射領域の異なる Ar ビームの二回照射によって 2 段の隆起構造を加工することに成功した。今後はマスクによる隆起領域の微細化やイオンビーム複数回照射によるより複雑な形状の隆起高さの変化、隆起高さのビーム電流依存性などを調査していくことが課題として挙げられる。