

課題番号 : F-13-TT-0040  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名 (日本語) : 微傾斜 SiC 表面のステップテラス構造の観察  
Program Title (English) : Observation of step-terrace structures at the surface of inclined SiC (0001)  
利用者名 (日本語) : 石川由加里  
Username (English) : Y. Ishikawa  
所属名 (日本語) : 一般財団法人ファインセラミックスセンター  
Affiliation (English) : Japan Fine Ceramics Center

## 1. 概要 (Summary)

SiC 単結晶はパワーデバイス用半導体材料として注目を集めている。近年、ウエハ表面の凹凸がデバイス性能に悪影響を及ぼすとの報告[1,2]や加工で導入された潜傷が上に積んだエピ膜に伝搬しデバイスキラーである基底面転位や積層欠陥、三角欠陥等を形成するとの報告[3,4]がなされている。その為、表面が原子レベルで平坦かつ潜傷のない加工を実現する必要がある。しかし、ダイヤモンドの次に難しく脆いためその加工は困難であり、新たな化学機械研磨剤を含めた加工技術の開発を要する。この加工技術開発にあたって SiC 表面の原子レベルの表面形状を正確に評価する技術が必要となってきた。表面形状は AFM を用いて算術平均表面粗さ Ra を測るほかに、デバイスとして使用する 4° オフウエハの表面構造を正確に評価することが難しいので代わりに just ウエハ (オフ角 0°) を用いて観察されたステップ-テラス構造で判断することが一般的[5]である。しかし、化学作用を利用した化学機械研磨においてテラスとは異なる化学的活性を有するステップの密度が低い just ウエハ (~10<sup>3</sup> 本/mm) と密度の高い (~3x10<sup>5</sup> 本/mm) 4° オフウエハの微細構造が一致する保証はない。そのため、4° オフウエハのステップテラス構造を直接観察する手法を確立することを目的に本利用に申請をした。

## 2. 実験 (Experimental)

開発中の化学機械研磨剤で研磨した市販 4° オフ 4H-SiC ウエハをプローブ顕微鏡に載るサイズに切断後、有機溶媒、SC1 (アンモニア水+過酸化水素水)、HF、純水の順に洗浄して切断等のプロセスで付着したパーティクルを除去した後に、表面酸化膜を除去した。本試料をプローブ顕微鏡 (原子間力顕微鏡 (AFM)・走査型トンネル顕微鏡 (STM)) に載せ表面形状を観察した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

STM で観察されたのは、Figure に示す様に周期約 6nm、高さ約 0.5nm のステップ-テラス構造で、2-bilayer のステップテラス構造に対応することがわかった。

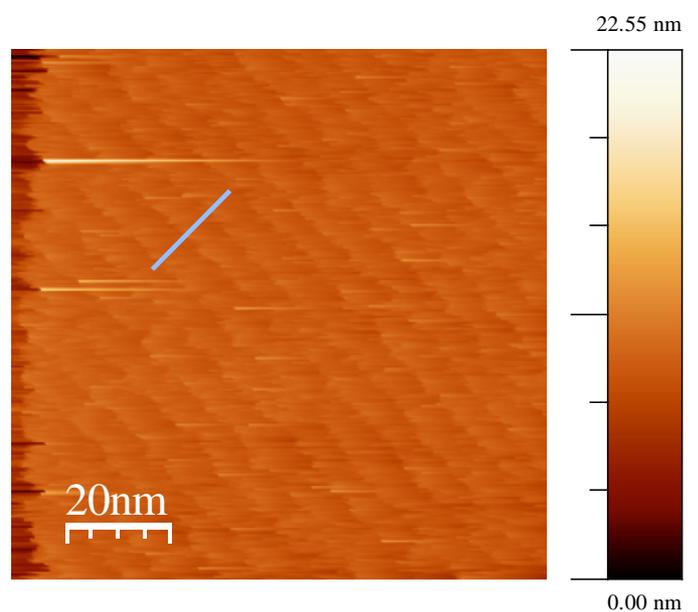


Figure STM image of 4° off-axis 4H-SiC(0001) after chemical mechanical polish

AFM 像も、有機溶媒洗浄のみではステップテラス構造は観察されないが、HF 洗浄による酸化膜除去後は不鮮明ながらもコンタクトモードでステップ-テラス構造が観察されることがわかった。しかし AFM で観察されたステップ-テラス構造の周期と高さは、STM と整合していなかった。観測データの校正やプローブ顕微鏡の原理に基づいた観察像の解釈が今後の課題である。

## 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

[1] H. Fujiwara, T. Katsuno, T. Ishikawa, H. Naruoka, M. Konishi, T. Endo Y. Watanabe, K.

Tsuruta, S. Onda, A. Adachi, M. Nagao and K. Hamada, Mat. Sci. Forum,717-720(2012) 911.

[2] T. Katsuno, Y. Watanabe, H. Fujiwara, M. Konishi, H. Naruoka, J. Morimoto, T. Morino, T. Endo,Appl. Phys. Letters **98** (2011) 222111.

[3] N. Zhang, Y. Chen, E. K. Sanchez, D. R. Black, and M. Dudley, Mat. Sci. Forum, 615-617 (2009) 139.

[4] Y. Ishikawa, K. Sato, Y. Okamoto, N. Hayashi, Y. Yao, Y. Sugawara, Mat. Sci. Forum,717-720(2012) 383.

[5] K. Hotta, K. Hirose, Y. Tanaka, K. Kawata, O. Eryu, Mat. Sci. Forum, 600-603 (2009) 823.

本研究は、豊田工業大学、吉村雅満の共同研究・技術指導の結果である。ここに深く感謝の意を述べたい。また、本研究は中部経済産業局戦略的基盤技術高度化支援事業により実施したものである。

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。