

ミラー電子顕微鏡による4H-SiCエピウェハーの転位観察

Observation of dislocations in 4H-SiC epitaxial wafer by mirror projection electron microscopy

京都工繊大¹, 日立ハイテク²○一色俊之¹, 佐藤高広², 長谷川正樹², 大平健太郎², 小林健二², 宮木充史², 小貫勝則²Kyoto Inst. Tech.¹, Hitachi High-Technologies²,°T. Isshiki¹, T. Sato², M. Hasegawa², K. Ohira², K. Kobayashi², M. Atsushi², K. Onuki²

E-mail: issshiki@kit.ac.jp

ミラー電子顕微鏡[1]は試料の局所電位変化に敏感で、半導体ウェハー表面近傍に存在する転位や積層欠陥を電荷蓄積によって生じる像コントラストとして高速検出することが可能である。我々はこれまでにミラー電子顕微鏡による 4H-SiC ウェハー中の貫通刃状転位、貫通せん転位、基底面転位、潜傷等の評価事例を報告してきた[2]。ミラー電子顕微鏡像はウェハー内部の電荷に対しても検出感度を持ち、電導性の低いエピ成長層であれば表面から 2-3 μm の深さの欠陥も検出できる。4H-SiC エピ層内の転位は基底面転位-貫通刃状転位相互の変換や積層欠陥を挟んだ部分転位への拡張を起こすことが知られている。本報告では、エピウェハー表面近傍での転位変換をミラー電子顕微鏡で観察した事例を示し、マイクロエッチピット-SEM 法での評価と合わせて報告する。また、ミラー電子顕微鏡で検出した貫通転位対配列の底部を FIB-STEM で観察し、貫通刃状転位が基底面転位ループに拡張している様子も示す。

図 1a は市販 4H-SiC(0001)_{Si} 4° オフ エピ基板の MPJ 像で、画像右側が[11-20]のオフ下流側である。像中の垂直線はステップバンチングで、右下がりの暗線 2 本が積層欠陥を挟む部分転位である。図 1b, 1c は部分転位露頭部の拡大像で、図 1c では部分転位線が V 字型に折れ曲がっているのが観察された。この領域の KOH マイクロエッチピット SEM 像(図 2)では折れ曲がり先端に貫通刃状転位が存在することが示された。よってこの積層欠陥の下側部分転位はウェハー表面のごく浅い領域で積層欠陥(2×基底面部分転位)-貫通刃状転位の変換を起こしたことを示している。図 3 は貫通刃状転位対配列の底部で拡張した基底面転位である。この観察例も積層欠陥(2×基底面部分転位)-貫通刃状転位変換である。

[1] 品田博之, 島倉智一, 長谷川正樹, 日立評論 vol.94 No.2 p.46 (2012)

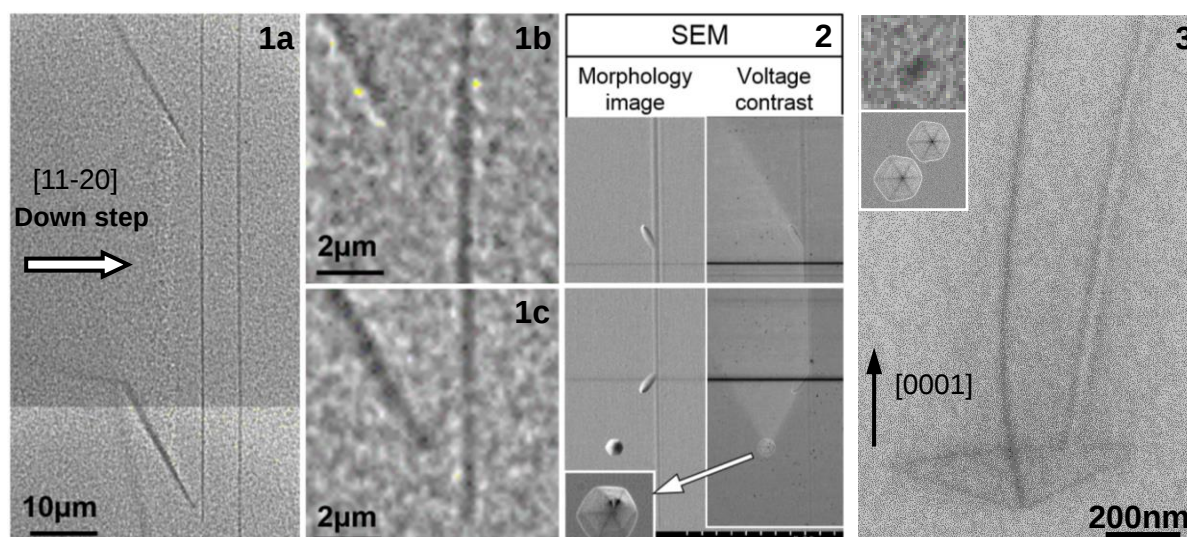
[2] T. Isshiki *et al.*, Material Science Form, **778-780** (2014) 402-406, **821-823** (2015) 307-310, **858** (2016) 371-375, **897** (2017) 197-200

Fig.1 A MPJ image of the stacking fault accompanied with two partial dislocations (1a) and the enlarged images at the area where they appear on the wafer surface (1b and 1c).

Fig.2 Corresponding SEM images to Figs 1b and 1c taken by morphology and voltage-contrast mode after KOH light etching treatment. An insertion at the lower left is an enlarged image of TED pit.

Fig.3 A cross-sectional STEM view of the bottom area of one of TED pair arrays. Insertions at the upper-left are a MPJ image of the TED pair and its SEM image after KOH treatment.