

4H-SiCバイポーラデバイス中に形成された積層欠陥の拡大起点構造解析

次世代パワー半導体材料であるシリコンカーバイド(SiC)のバイポーラデバイスにおいては、順方向通電時に積層欠陥が拡大することで引き起こされる順方向通電劣化が大きな課題である。この積層欠陥拡大起点構造を詳細に解析する手法として、S/TEMを用いた解析事例を紹介する。

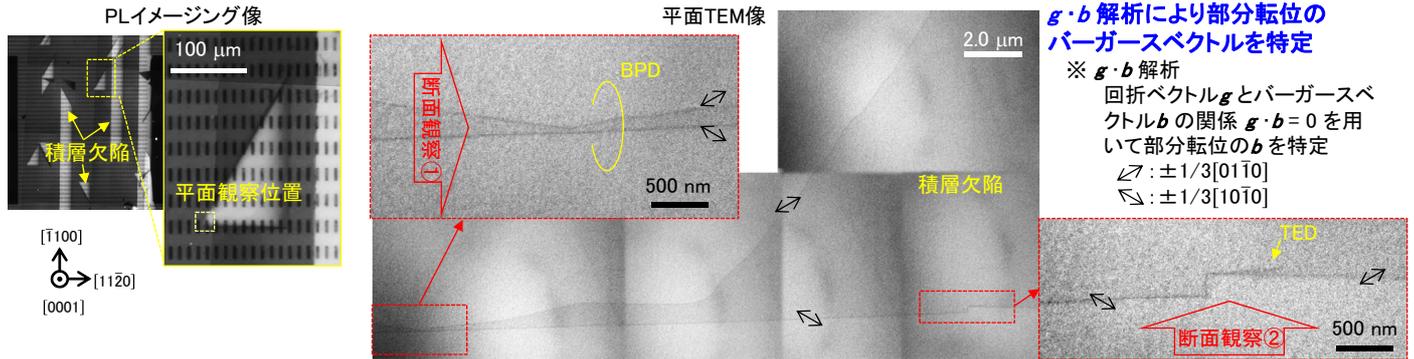
【評価試料】 4H-SiC pinダイオード (4° オフ, エピ厚: 10 μm)

参考文献:

- S. Hayashi, et. al., Appl. Phys. Express **10**, 081201 (2017).
- S. Hayashi, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 04FR07 (2018).
- S. Hayashi, et. al., Appl. Phys. Express **12**, 051007 (2019).

1. 積層欠陥拡大起点付近の平面TEM観察

◆ PLイメージング像で観察された三角状積層欠陥の頂点付近において、エピ/基板界面付近を平面TEM観察した



$g \cdot b$ 解析により部分転位のバーガスベクトルを特定

※ $g \cdot b$ 解析

回折ベクトル g とバーガスベクトル b の関係 $g \cdot b = 0$ を用いて部分転位の b を特定

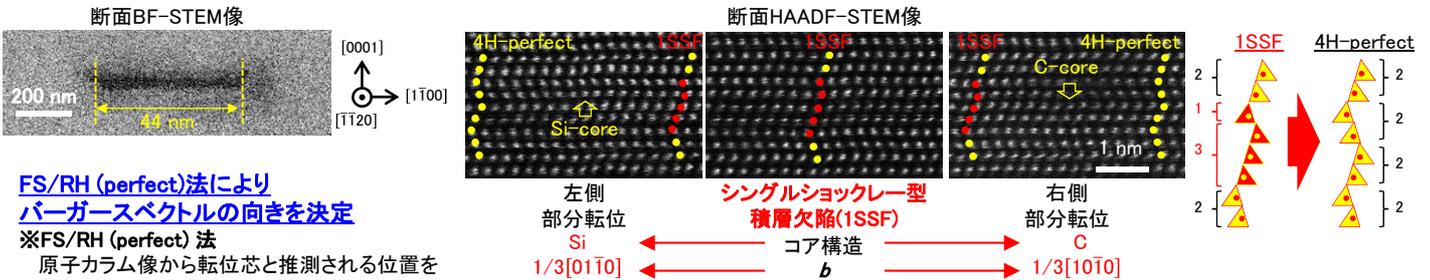
↗: $\pm 1/3[01\bar{1}0]$

↖: $\pm 1/3[10\bar{1}0]$

三角形積層欠陥の拡大起点には①基底面転位(BPD)と②貫通刃状転位(TED)が観察
エピ/基板界面近傍でTEDに転換したBPDを起源として積層欠陥が拡大

2. 基底面転位(BPD)位置①の断面STEM観察

◆ 平面TEM観察した試料のBPD位置を高分解能STEM観察することで部分転位の構造を調査した



FS/RH (perfect)法によりバーガスベクトルの向きを決定

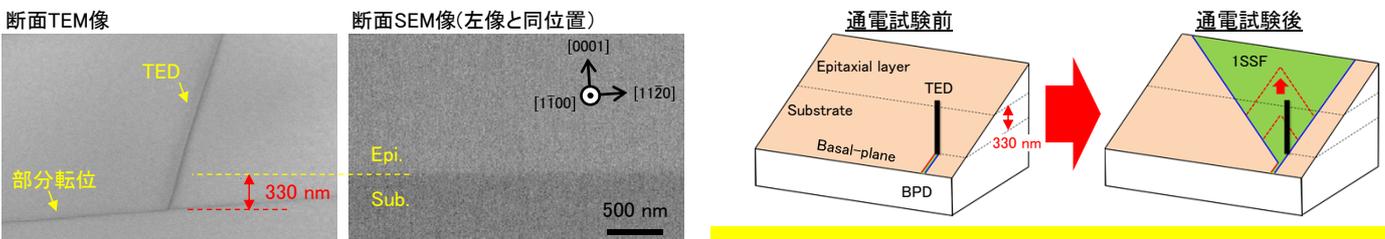
※FS/RH (perfect)法

原子カラム像から転位芯と推測される位置を囲むようにバーガス回路を作成し、部分転位のコア構造および b を解析する方法

SiコアおよびCコアの2本の部分転位と1SSFから成る $b = 1/3[11\bar{2}0]$ のBPDが起源

3. 貫通刃状転位(TED)位置②の断面TEM観察

◆ 平面TEM観察した試料のTED位置をTEMおよびSEM観察することでTEDの転換深さを調査した



TEM試料と同じ位置をSEM観察することでエピ/基板界面からのBPD-TED転換深さを特定

起源: エピ/基板界面から基板側においてTEDに転換したBPD
要因: 基板内BPDのSiコア部分転位の移動により1SSFが拡大

平面TEM観察および断面S/TEM観察を組み合わせた評価により積層欠陥拡大起源・要因の詳細な解析が可能

※本内容は(国研)産業技術総合研究所との共同研究の成果である