

不動の基底面転位から可動部分転位への変換確認とその条件明確化

Conversion from Immobile Basal Plane Dislocations to Mobile Combinations of Partial Dislocations during Epitaxial Growth of 4H-SiC

(株)東芝 研究開発センター °西尾 譲司, 太田 千春, 飯島 良介

Corporate R&D Center, Toshiba Corp., °Johji Nishio, Chiharu Ota, and Ryosuke Iijima

E-mail: johji.nishio@toshiba.co.jp

【はじめに】4H-SiC 基板中における不動の基底面転位(BPD)がエピ成長によって可動の 30° Si コア部分転位(PD)を含む組合せに変換し単一ショックレー型積層欠陥(1SSF)に拡張するというモデルを提唱した[1,2]。今回、エピ層中において片方が曲線状の BPD2 種についてそれぞれ PD の構造解析を行い、モデルの実験的検証を行うと共に不動 BPD が可動 PD に変化する条件を検討した。

【実験方法】構造解析は平面 TEM 観察によって PD 変換の確認と $g \cdot b$ 解析を行い、断面 HAADF-STEM では余剰原子面の観察によって変換後の PD コア種を決定した。

【結果】選出した BPD の PL イメージ、平面 TEM イメージに $g \cdot b$ 解析結果を Figs.1,2 にそれぞれ示す。これらの結果から基板中の不動 BPD のバーガーズベクトルが $\pm(1/3)[11\bar{2}0]$ の場合にエピ成長によって基板中の 30° C コア PD が同一転位ループを保ったまま可動の 30° Si コア PD に変換し、1SSF の拡張に寄与することが実験結果によって裏付けられた。変換後の PD が可動となる場合の基板中の BPD および構成 PD、1SSF 拡張形状などをまとめて Table I に示す。 b_{BPD} のプラスマイナスを考慮することで不動の組合せから可動化するケースの整理と今回の実験のアサインが行えた。また転位ループモデル[3]を用いた検証を不動のままの BPD 各種に関しても行った。可動化変換は $b_{BPD} = \pm(1/3)[11\bar{2}0]$ の場合にのみ可能であることを確認した。

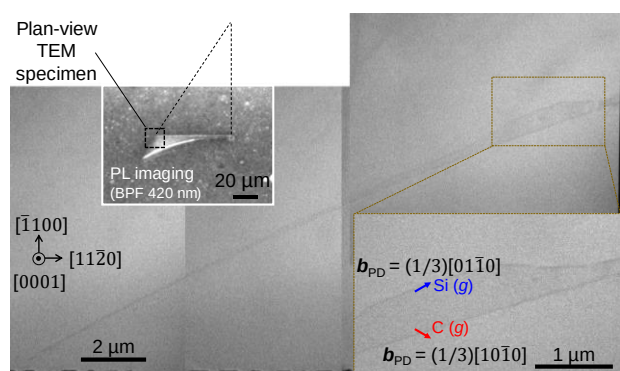


Fig. 1 PL imaging, Plan-view TEM imaging, and Burgers vectors determined on PDs of 'BPD1'.

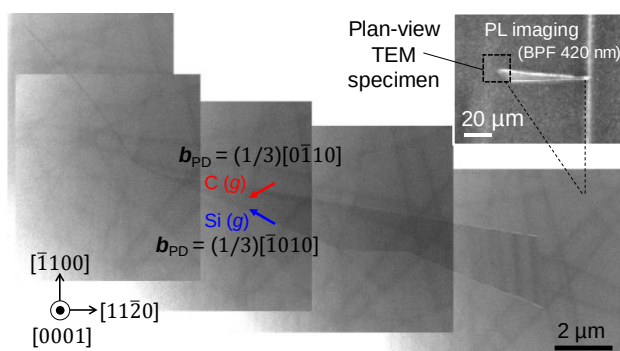


Fig. 2 PL imaging, Plan-view TEM imaging, and Burgers vectors determined on PDs of 'BPD2'.

Table I Conversion to mobile PDs: b_{BPDs} in substrate, immobile b_{PDs} , conversion in epilayer, final 1SSF shape, glide type and assignment of observed BPDs.

#	b_{BPD}	ζ_{BPD}	b_{PD} (immobile)	b_{PD} (n epilayer)	1SSF	Glide type
1	$(1/3)[11\bar{2}0]$	$[1\bar{2}10]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[01\bar{1}0]$		Type A (BPD1)
2			$90^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$		
3			$90^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$		Type B
4			$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[01\bar{1}0]$		
5	$(1/3)[1\bar{1}20]$	$[2110]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[10\bar{1}0]$		Type A
6			$90^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$		
7			$90^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$		Type B
8			$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[10\bar{1}0]$		
9	$(1/3)[1\bar{1}20]$	$[1\bar{2}10]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[01\bar{1}0]$		Type A
10			$90^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$		
11			$90^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$		Type B
12			$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[01\bar{1}0]$		
13	$(1/3)[1\bar{1}20]$	$[2110]$	$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[10\bar{1}0]$		Type A
14			$90^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$		
15			$90^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$	$30^\circ\text{C-core}[01\bar{1}0]$		Type B (BPD2)
16			$30^\circ\text{C-core}[10\bar{1}0]$	$30^\circ\text{Si-core}[10\bar{1}0]$		

[1] 西尾, 岡田, 太田, 飯島, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z23-11 (2020).

[2] J. Nishio, A. Okada, C. Ota, and R. Iijima, Jpn. J. Appl. Phys. 60, SBBD01 (2021).

[3] H. Matsuhata, H. Yamaguchi, T. Yamashita, T. Tanaka, B. Chen, and T. Sekiguchi, Philos. Mag. 94, 1674 (2014).