



九州シンクロトロン光研究センター 県有ビームライン利用報告書

課題番号：1307077GT

BL番号：BL15

(様式第5号)

実施課題名 X線トポグラフィによる半導体材料 SiC の結晶欠陥評価
Investigation on the crystal defects of SiC by X-ray Topography

著者・共著者 氏名 西口太郎、佐々木信
Taro NISHIGUCHI and Makoto SASAKI

著者・共著者 所属 住友電気工業株式会社
SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.

- ※1 先端創生利用（長期タイプ、長期トライアルユース、長期産学連携ユース）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の開示が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後二年以内に研究成果公開（論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表）が必要です。（トライアルユース、及び産学連携ユースを除く）

1. 概要（注：結論を含めて下さい）

放射光 X 線トポグラフィにより、SiC エピ表面のピットの起源となる転位の評価を行った。貫通刃状転位に起因する深さ約 20nm のピットと、貫通らせん転位に起因する深さ約 10 nm のピットを確認した。いずれのピットも幅 2~3 μm の円錐形状であった。貫通らせん転位とピットは 1 対 1 で対応していたが、貫通刃状転位が存在してもピットが形成されない場合があった。今後、ピット形状の成長条件依存性調査が重要である。

The dislocations in the SiC epitaxial layer that generate shallow pits on the epi-surface were investigated by synchrotron X-ray topography. There were two kinds of pits, the one is generated due to threading edge dislocation (TED) whose depth is approximately 20 nm, and the other is generated due to threading screw dislocation (TSD) whose depth is approximately 10 nm. In spite of the fact that every TSDs generate shallow pits, not all TEDs generate them.

2. 背景と目的

半導体材料 SiC は高絶縁破壊電界、ワイドバンドギャップなどの優れた物性から、高耐圧、低損失、高温動作パワーデバイス用半導体材料として期待されている。

デバイス特性と結晶欠陥の相関を押さえることはデバイス特性や信頼性を向上させるために不可欠である。本実験では、共焦点顕微鏡および AFM で評価したエピ表面に存在する深さ数 nm オーダーのピットと転位との相関を調査するため、反射 X 線トポグラフィでの SiC エピ層の評価を行った。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

試料の概要と X 線トポグラフィの撮影条件を表 1 に示す。

表 1. 試料の概要と X 線トポ撮影条件

試料	試料	SiC ウエハ
	エピ膜厚	約 10 μm
	エピ表面方位	(000-1) C 面
	オフ角度	<11-20> 方向、4 度オフ
撮影条件	回折ベクトル	g=11-28
	侵入長	約 9.5 μm

4. 実験結果と考察

図1に共焦点顕微鏡とAFMで測定したエピ表面の微小ピット像を示す。微小ピットには2種類のサイズのものが確認され、1つは幅約3 μm で深さ約20 nmのもので、もう1つは幅約2 μm で深さ約10 nmのものであった。表面にこのようなピットが存在すると、デバイス特性の劣化（酸化膜信頼性の低下や、ショットキーダイオードのリーク電流増大）が起こると報告がなされている[1,2]。

基板からエピ層に伝播する貫通転位のうち、貫通らせん転位に起因するピットが報告されている[1,2]が、今回の実験で貫通刃状転位もピットの起点になる場合があることを確認した。深さ約20 nmのピット（図1、2①）の起点に貫通刃状転位が存在し、深さ約10 nmのピット（図1、2②）の起点に貫通らせん転位が存在していた。ここで、貫通らせん転位とピットとは1対1で対応していたが、貫通刃状転位にはピットの起点になっていないものもあるようであった。今後継続して、同条件あるいは異なる条件で成長した他のサンプルも評価して比較・考察することが重要であると考えている。

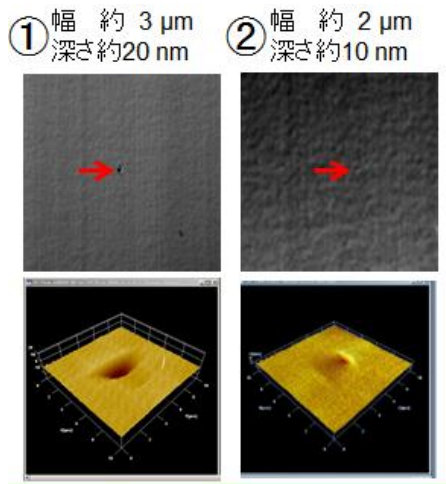


図1. エピ表面ピットの共焦点顕微鏡像（上）とAFM像（下）。同一エピウエハ内の2つのピット。

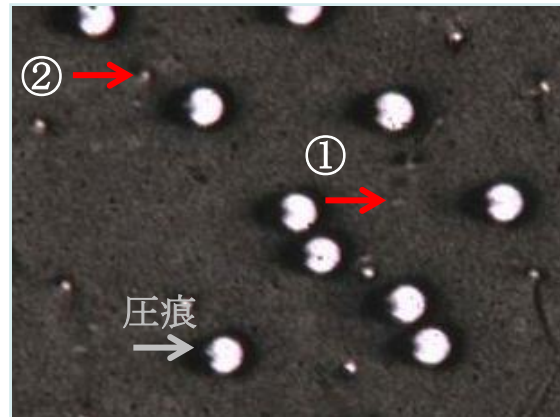


図2. 放射光X線トポグラフィ像。回折ベクトル $g=11\cdot20$ 、侵入長約9.5 μm 。貫通刃状転位が淡白のコントラストで、貫通らせん転位が白点として観察された。大きな白丸（全部で10個）は、表面欠陥の周囲に付けた圧痕である。

5. 今後の課題

ピット形状の成長条件依存性調査。また、エピ表面のピットとデバイス特性との相関調査が必要である。

6. 参考文献

- [1] T. Hatakeyama, et al., Mater. Sci. Forum **717-720** (2012) P.359.
- [2] H. Fujiwara, et al., Appl. Phys. Lett. **100** (2012) p.242102.

7. 論文発表・特許（注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果）

無し

8. キーワード（注：試料及び実験方法を特定する用語を2～3）

炭化珪素、エピ、表面欠陥

9. 研究成果公開について（注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文（査読付）発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください（2013年度実施課題は2015年度末が期限となります。）

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。