



# 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：1603007A

BL番号：BL15

(様式第5号)

## パワーエレクトロニクス素子としての SiC の結晶欠陥評価(Ⅲ) Characterization of crystallographic defect in SiC for powerelectronics devices

小松 直佳, 山下 任, 林 将平, 着本 享, 山口 博隆  
Naoyoshi Komatsu, Tamotsu Yamashita, Shohei Hayashi, Susumu Tsukimoto,  
Hirotaka Yamaguchi

産業技術総合研究所 先進パワー半導体エレクトロニクス研究センター  
Advanced Powerelectronics Research Center,  
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

- ※ 1 先端創生利用(長期タイプ)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 利用情報の公開が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後2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(トライアルユースを除く)。
- ※ 3 実験に参加された機関を全てご記載ください。
- ※ 4 共著者には実験参加者をご記載ください(各実験参加機関より1人以上)。

### 1. 概要 (注: 結論を含めて下さい)

4H-SiC バルク結晶の低転位化を目的として、溶液法による結晶成長を行い、その結晶成長初期の欠陥の状態を X 線トポグラフィ法によって評価した。結晶成長面を(1100)とし、成長結晶の(1120)断面試料によって、種結晶-成長結晶界面近傍の欠陥が観察された。

Defects in a 4H-SiC crystal grown by top-seeded solution growth technique have been investigated by X-ray topography. Defects in the vicinity of the seed-growth interface region were observed.

### 2. 背景と目的

SiC の結晶欠陥を X 線トポグラフィ法によって評価し、パワーエレクトロニクス素子の実現をめざしている。そのために、バルク結晶成長、エピタキシャル成長、素子開発などの研究者を連携して、欠陥の形態、発生原因、素子性能への影響の諸問題を検討している。第Ⅰ期、第Ⅱ期では、積層欠陥についての利用結果を報告したが、そのほか、バルク結晶成長やウェーハ加工に関する課題を検討してきた。また、欠陥評価の国際標準規格策定のためのデータ収集と整理を進めた。本報告では、溶液結晶成長法に関する実験結果を報告する。

### 3. 溶液結晶成長法における欠陥観察

#### 3.1 はじめに

4H-SiC バルク成長技術として昇華法が実用化されているが、高品質な結晶をめざして、溶液法やガス法などの新しい結晶成長技術の開発が進められている。われわれは Al もしくは N を高濃度にドーピングした低抵抗 p 型、n 型結晶の成長技術の開発を行ってきた。これまでに、溶液法では表面平坦化、多形安定化が Al 添加により達成されやすいことを見いだしており、これにより、p 型バルク結晶成長の可能性に注目している。しかし今のところ、転位密度を低減することが大きな課題である。今回は成長面を(1100)面としたときの成長界面近傍の欠陥評価を試みた。

### 3.2 実験

溶液成長炉の模式図を図 1 に示す。加熱は高周波コイルを用いた誘導加熱方式であり、断熱材に囲まれたグラファイト坩堝が溶媒をいれる容器であり、C の供給源となる。溶媒組成は  $\text{SiAl}_x$  ( $x=0$ -約 0.1)、もしくは C 溶解度を向上させるため、遷移金属 Cr を添加する場合もある。グラファイトロッドに貼り付けた種結晶を溶媒にディップし p 型 SiC 結晶を成長した。種結晶として、昇華法による n 型ウェーハ ( $1\bar{1}00$ ) を使用した。溶液成長した結晶の ( $11\bar{2}0$ ) 断面を切断、研磨、CMP を行い、 $1\bar{1}24$  反射の X 線トポグラフを観察した (図 2)。

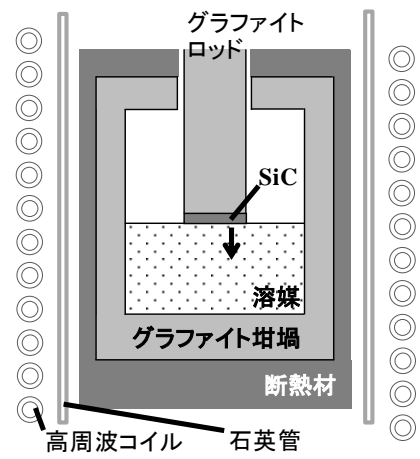


図 1. 溶液法結晶成長炉の模式図

### 3.3 結果

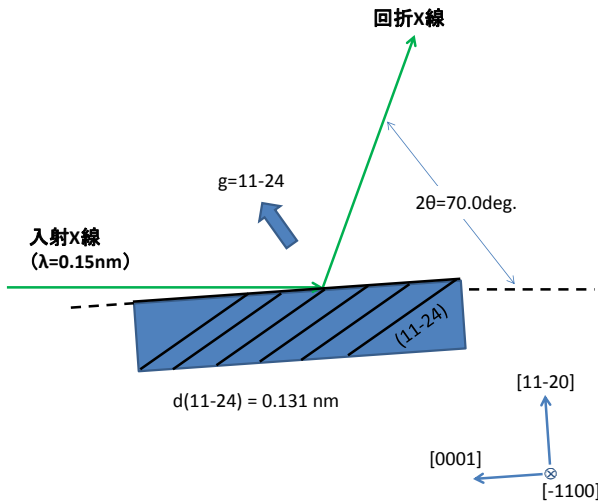


図 2. 4H-SiC( $11\bar{2}0$ )断面試料に対する $11\bar{2}4$ 反射の実験配置図

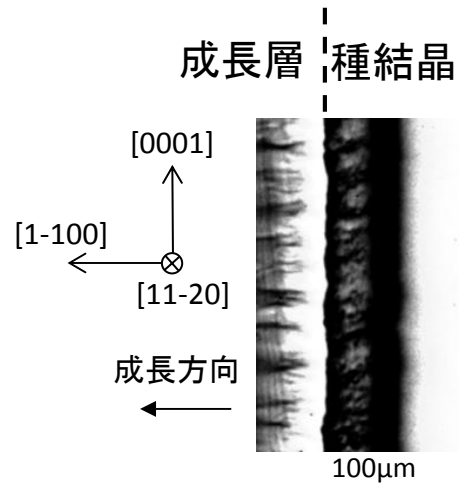


図 3. 昇華法 n 型種結晶上に作製した溶液法 p 型結晶の ( $11\bar{2}0$ ) 断面の放射光トポグラフ。

図 3 に結果の一例を示す。種結晶-成長層界面付近は強度が弱く、歪みが大きいと思われる。これをはさんで、成長層において、成長方向に延びていく転位が確認された。試料および測定条件の関係で、バーガスベクトルの決定などはできなかったが、今後、詳細な解析を進めていく予定である。

### 3.5 今後の課題

( $1\bar{1}00$ )面上の溶液成長法での低転位化をめざしてさらに検討を進める。成長界面での歪みを抑制し低転位化をはかるために、p 型結晶を種結晶にした成長を実施する予定である。また、X 線トポグラフでの観察条件を検討し、バーガスベクトルの決定や転位の発生/伝播メカニズムを解明することを計画している。

## 6. 参考文献

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)

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)  
SiC、結晶成長、溶液法、X 線トポグラフ

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 (2016 年度実施課題は 2018 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。

① 論文（査読付）発表の報告

（報告時期：2017年 9月）