

(様式第 5 号)

## SiC 中に形成された結晶欠陥の評価 (II)

Characterization of crystallographic defects formed in silicon carbide crystals

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

産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター  
Advanced Power electronics 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)

n チャネル SiC-IGBT の実現を目指した取り組みの一つとして、我々は低抵抗率 p 型 4H-SiC 基板を用いたエピタキシャル成長の技術開発を行っている。基板のオフ方向を変化させ、エピタキシャル成長を行い、その評価として非破壊で転位観察ができる放射光 X 線トポグラフィを行った。その結果、通常のオフ方向である [11-20] を用いると、高密度な界面転位が発生してしまうが、オフ方向を [01-10] にすることによって、界面転位が大幅に低減することを見出した。

We have studied about epitaxial growth on low-resistivity p-type 4H-SiC substrates. The epitaxial layers were grown using different off directions and investigated by X-ray topography. Using off direction of [11-20], high-density interfacial dislocations were generated. On the other hand, using off direction of [01-10], interfacial dislocation density was drastically decreased.

### 2. 背景と目的

SiC の結晶欠陥を X 線トポグラフィによって評価し、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と連携して、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 II 期では、これら諸問題の検討のためのトポグラフィ観察の他、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、p 型 SiC 基板上エピタキシャル膜の結晶性評価結果を報告する。

### 3. 低抵抗率 p 型 4H-SiC 基板上へのエピタキシャル成長と転位評価

#### 3.1 はじめに

SiC パワーデバイスの実用化が進んでいるが、さらなる適用拡大が求められている。特に、超高耐圧領域で使用可能である n チャネル SiC-IGBT の実現に期待が集まっている。n チャネル SiC-IGBT には低抵抗率 p 型バルクが必要であり、昇華法や溶液法を用いた p 型バルク成長の研究が進んでいる [1, 2]。それと平行して、低抵抗率 p 型基板を用いたエピタキシャル成長の研究を進めることが重要である。今回、低抵抗率 p 型基板上にエピタキシャル成長し、転位評価を行った。

### 3.2 実験

抵抗率  $0.18 \Omega\text{cm}$  の 4 度オフ p 型 4H-SiC 基板 Si 面上に n 型エピタキシャル成長を行った。[11-20] オフ方向と [01-10] オフ方向の 2 種類の基板を用い、約  $20 \mu\text{m}$  成長した。転位評価のために放射光 X 線トポグラフィ ( $g=11-28$ ) を行った。

### 3.3 結果

まず、通常のオフ方向である [11-20] オフ方向の基板を用いてエピタキシャル成長を行った。図 1 (a) に成長したエピタキシャル膜の放射光 X 線トポグラフィ像を示す。界面転位が高密度に発生していることが確認できた。今回用いた基板より高抵抗率な基板を用いたときには、この高密度な界面転位の存在は確認されていない。このことから、高密度な界面転位の存在は、低抵抗化するために基板に添加された高濃度な Al に起因していると示唆される。

次に、[01-10] オフ方向の基板を用いてエピタキシャル成長を行った。図 1 (b) に、[01-10] オフ方向基板を用いて成長したエピタキシャル膜の放射光 X 線トポグラフィ像を示す。図中には界面転位が 2 本確認できるが、[11-20] オフ方向のときと比較し、界面転位が大幅に低減していることが分かる。

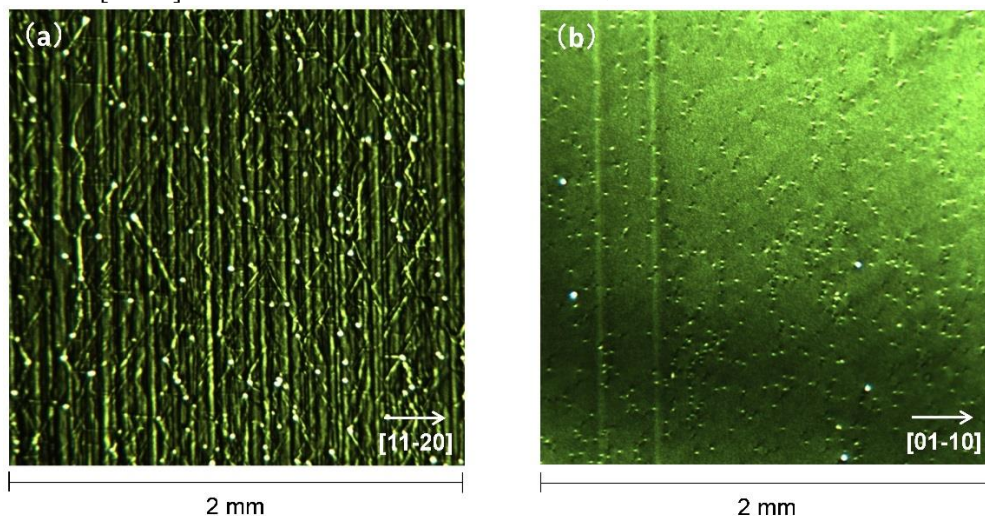


図 1 : (a) [11-20] オフ方向および (b) [01-10] オフ方向を用いて成長したエピタキシャル膜の放射光 X 線トポグラフィ像

### 3.4 今後の課題

さらに詳細な転位評価を行うことによって、界面転位密度が低減したメカニズムを解明する必要がある。

### 6. 参考文献

[1] T. Mitani *et.al.*, J. Cryst. Growth **423** (2015) 45. [2] K. Eto *et.al.*, J. Cryst. Growth **470** (2017) 154.

### 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)

2018 年 4 月に特許出願予定

### 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 エピタキシャル成長、CVD 法、X 線トポグラフィ

### 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 (2017 年度実施課題は 2019 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。