

(様式第5号)

## X線トポグラフィーによるSiCウェーハの結晶欠陥評価 X-ray Topographic Study on defects in SiC Wafers

山下任<sup>1</sup>、宮坂佳彦<sup>1</sup>、佐々木雅之<sup>1</sup>、迫秀樹<sup>1</sup>、松畑洋文<sup>2</sup>、山口博隆<sup>2</sup>  
Tamotsu Yamashita, Yoshihiko Miyasaka, Masayuki Sasaki, Hideki Sako,  
Hirofumi Matsuhata, Hirotaka Yamaguchi

<sup>1</sup>技術研究組合 次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構 (FUPET)

<sup>2</sup>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  
English

- ※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)

4H-SiC エピタキシャルウェーハ上の巨視的欠陥である台形欠陥について、X線トポグラフィーを光学顕微鏡観察とともに系統的に評価し、発生原因について調べた。その結果、台形欠陥起点には貫通転位や基底面転位が存在することがわかった。これらの転位が原因となって形成された凹凸がエピ成長時に下流側に面状に広がり、エピ膜表面に形状欠陥を引き起こしたと考えられる。

Trapezoidal-shaped defects in 4H-SiC epitaxial wafers have been studied by using X-ray topography and optical microscopy. We found a dislocation at the original point of the trapezoidal-shaped defect. Morphological anomalies originating by the dislocations at the substrate surface are likely to be an origin of the macroscopic defects.

### 2. 背景と目的

4H-SiC エピタキシャルウェーハ表面には様々な形態の欠陥が存在し、それらがデバイス特性の信頼性低下を引き起こす。そのため、各種欠陥の形態と形成原因、デバイス特性との対応付けを行うことが重要である。これまで我々は微分干渉顕微鏡、電子顕微鏡、フォトルミネッセンス等とともにX線トポグラフィーを用いてウェーハ表面形態や内部の欠陥について評価してきた。昨年度は鈍角三角欠陥について詳細な解析を行った。今年度我々は、最近の4H-SiC エピタキシャルウェーハ表面で顕著に観察される「台形欠陥」に着目した。台形欠陥は、上底と下底が[11-20]方向に垂直で、ステップフロー下流側([11-20]側)の下底が上底より長いという特徴を有しているものである。この台形欠陥について内部構造の解析および起点構造解析を行った。

### 3. 実験内容(試料、実験方法、解析方法の説明)

解析には、[11-20]方向に4°のオフ角を有する市販の4H-SiC(Si面)エピタキシャルウェーハを用いた。ウェーハ表面観察には共焦点微分干渉顕微鏡を用い、台形の上底と下底が[11-20]方向に垂直で、ステップフロー下流側([11-20]側)の下底が上底より長い台形欠陥を解析の対象として選択した。X線トポグラフィーは、ビームラインBL15において、波長0.15nmのX線を用いて、反射配置で斜入

射の回折条件 ( $g=-1-128$  および  $11-28$ ) で行われた。

#### 4. 実験結果と考察

台形欠陥の共焦点微分干渉顕微鏡観察例と概略図を図1に示した。また図2、図3には台形欠陥の上底中央近傍のX線トポグラフを示した。図2、3中の点線は台形欠陥の輪郭に対応する。輪郭部分に結晶欠陥が対応している様子、および台形欠陥内部に別の鋭角三角欠陥等が形成されている様子は認められなかった。また図2では台形欠陥の上底中央に貫通螺旋転位が、図3では基底面転位が向きを変えた貫通刃状転位が各々確認された。これらの転位が原因となって基板表面に凹凸が形成され、それがエピ成長時に下流側に面状に広がり、エピ膜表面に形状欠陥を引き起こしたと考えられる。

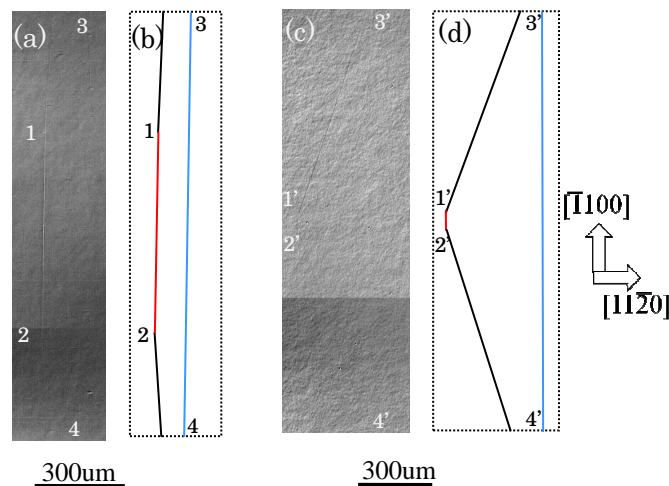


図1 台形欠陥の共焦点微分干渉顕微鏡像の例と概略図

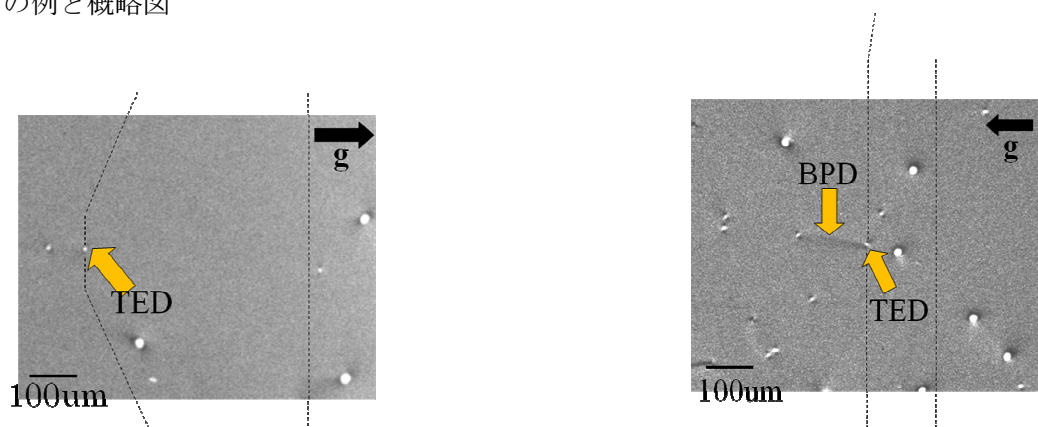


図2 TED 起点の台形欠陥のX線トポグラフ像。破線は台形欠陥の輪郭を示す

図3 TEDに変換されたBPD起点の台形欠陥のX線トポグラフ像。破線は台形欠陥の輪郭を示す

#### 5. 今後の課題

昨年度の鈍角三角欠陥、今年度の台形欠陥の他にも形状の異なる巨視的欠陥がウェーハ表面観察で見出されており同様に他手法とX線トポグラフィを組み合わせた解析を進めている。今後はそれらの構造と発生原因を解明し、デバイス性能に与える影響を明確にする必要がある。

#### 6. 参考文献

- 1) : 山下任、宮坂佳彦、佐々木雅之、迫秀樹、松畑洋文、山口博隆、九州シンクロト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 1204021A)

**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）

Origin Analyses of Trapezoid-Shape Defects in 4deg. off 4H-SiC Epitaxial Wafers by Synchrotron X-ray Topography ; Material Science Forum, to be published.

**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）

4H-SiC、X線トポグラフィ、台形欠陥

**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。

**① 論文（査読付）発表の報告：印刷中**