



高温時における結晶欠陥の動的挙動のその場観察 VI

小泉晴比古¹, 藤榮文博², 花田賢志³, 原田俊太^{1,2}, 宇治原 徹^{1,2}

1 名古屋大学 未来材料・システム研究所, 2 名古屋大学大学院工学研究科,

3 「知の拠点あいち」あいちシンクロトン光センター

キーワード：SiC、ロッキング・カーブ測定、結晶品質、内部ダメージ

1. 背景と研究目的

環境保護とエネルギー効率向上の観点から、Si に代わる次世代パワーデバイス用半導体材料として、GaN や SiC が注目を浴びている。特に、SiC (4.5 W/cm K) は、GaN (2.1 W/cm K) よりも熱伝導率が高いため、高温対応の半導体素子としての可能性を秘めている。しかし、高性能な半導体素子とするためには、結晶の高品質化が重要となる。SiC の結晶性は結晶中の欠陥密度に依存し、欠陥の少ない結晶が必須となる。加えて、欠陥の少ない基板を育成したとしてもデバイス加工時に高温にするため、欠陥の増殖という問題があり、高温時における結晶欠陥の動的挙動の解明は極めて重要な課題となっている。そこで、本研究では、X 線トポグラフィを用いて、高温時における SiC 結晶内の結晶欠陥の動的挙動をその場観察で明らかにすることを目的とする。

2. 実験内容

これまでの実験では、SiC 結晶内の結晶欠陥を観察するために、原子核乾板を用いていた。しかし、原子核乾板を用いた場合、撮影には数十秒かかる。このため、数秒といった時間スケールの転位の動的挙動は観察することはできない。そこで、本実験では、より時間分解能の高い CMOS カメラを用いて、数秒といった時間スケールの転位の動的挙動の観察が可能かどうかを確かめた。また、X 線トポグラフィ実験には、あいちシンクロトン光センターの BL8S2 を用いた。

3. 結果および考察

Fig. 1 に、原子核乾板と CMOS カメラにおいて観察された SiC 結晶の X 線トポグラフィ像の比較を示す。Fig. 1 から分かるように、CMOS カメラにおいても部分転位のコントラストを明瞭に観察できることを確認できた。Fig. 2 に、1430 °C において SiC 結晶中の積層欠陥が拡大していく様子を示す。Fig. 2 に示されているように、CMOS カメラを用いることで、数十秒間隔で 10 mm 角の SiC 結晶全体のトポ像を得られるようになった。そして、1430 °C において、SiC 結晶内の積層欠陥が拡大していく様子の動画撮影を可能にした。

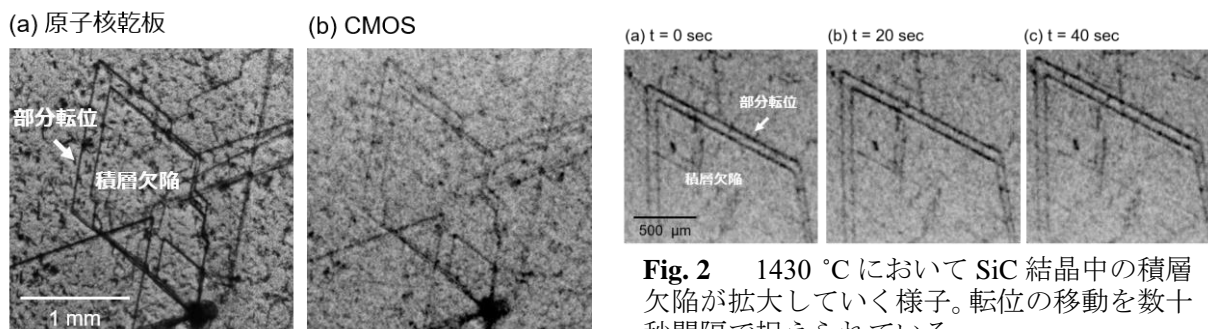


Fig. 1 異なる検出器で観察した X 線トポグラフィ像の比較。(a) 原子核乾板、(b) CMOS。CMOS でも部分転位のコントラストが確認できる。

Fig. 2 1430 °C において SiC 結晶中の積層欠陥が拡大していく様子。転位の移動を数十秒間隔で捉えられている。