



高温時における結晶欠陥の動的挙動のその場観察 II

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

本実験では、高温時における SiC 結晶内の積層欠陥の動的挙動の詳細を調べることを目的とする。測定試料には、窒素濃度が $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料を用いた。また、X線トポグラフ実験には、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、窒素濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の SiC 結晶における積層欠陥挙動を示す。Fig. 1 の模式図中の灰色の領域が積層欠陥となっており、その外周は部分転位で囲われている。Fig. 2 に、窒素濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の SiC 結晶における積層欠陥の拡大を伴う部分転位速度の温度依存性を示す。Fig. 2 に示されているように、積層欠陥の拡大速度は、1100 から 1290 °C で指数関数的に増加し、約 1340 °C でほぼ一定となり、その後、1400 °C 以上で積層欠陥の拡大停止が観察された。ここで転位の速度は下記のように表される。

$$v = v_0 \left[\frac{\Delta - \gamma}{\tau_0 b} \right]^m \exp \left(- \frac{E_a}{k_b T} \right) \quad (1)$$

このため、1290 °C 以下では、指数関数項の影響が支配的であり、温度の上昇と共に転位の速度が増加したものと考えられる。これに対し、1400 °C 以上では、 $\Delta - \gamma / \tau_0 b$ の項が無視できるほど小さくなったため、転位の速度が限りなく小さくなったものと考えられる。

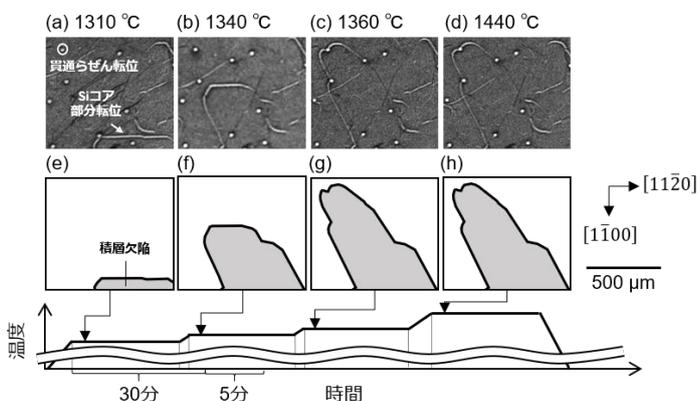


Fig. 1 窒素濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の SiC 結晶における積層欠陥挙動。

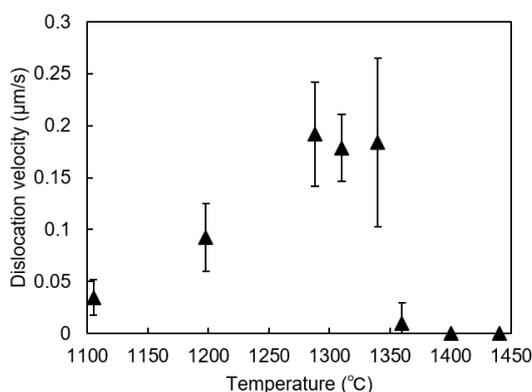


Fig. 2 窒素濃度 $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の SiC 結晶における積層欠陥の拡大を伴う部分転位速度の温度依存性。