



高品質溶液成長 SiC 結晶の欠陥密度評価

宇治原徹¹, 原田俊太¹, 青柳健大¹, 村山健太¹, 肖世玉², 堀司紗², 岡島鎮記²

¹ 名古屋大学グリーンモビリティ連携研究センター, ² 名古屋大学工学研究科

1. 背景と研究目的

パワーデバイス半導体においては、絶縁破壊電界、バンドギャップ、熱伝導度などの物性が重要であり、SiC はシリコンパワーデバイスの性能を遙かに凌ぐ材料として期待されている。SiC 基板は商業的には昇華法で成長されているが、その結晶には、マイクロパイプと呼ばれる中空欠陥が含まれ、デバイス特性に重篤な影響を与えることが知られている。しかし、近年の技術革新により、マイクロパイプは数個/wafer まで低減され、それにより新たに顕在化してきたのは、さらに小さな各種転位のデバイス特性への影響である。今や、高品質基板結晶の開発は、マイクロ欠陥(マイクロパイプ)からナノ欠陥(各種転位)の抑制へとシフトしつつある。

それに対して我々は溶液法によるバルク成長を行っている。一般的に溶液法による結晶は欠陥密度が圧倒的に低く、SiC に関しても例外ではない。ただ、溶液法による結晶の高品質化は、主にエッチピット密度で確認されているが、どの欠陥がどの程度減少しているか、は明らかではなかった。

本研究では X 線トポグラフィによる欠陥密度評価により、欠陥ごとの密度減少量を定量的に評価することを目的とする。

2. 実験内容

名古屋大学において転位変換現象を利用して貫通転位を基底面欠陥に変換し、厚膜成長により基底面欠陥を外部に排出することにより、欠陥密度を低減する成長を行い低転位密度の SiC 結晶を作製した。本実験では SiC 結晶の欠陥密度を評価するために X 線トポグラフィによる欠陥評価を行った。

3. 結果および考察

SiC 溶液成長法において Si 面の厚膜成長を行い厚さ約 700 μm まで成長した結晶の転位密度を反射配置 X 線トポグラフィ法によって評価した。測定条件は回折面(11-28)、入射角 $4\sim 10^\circ$ 、 2θ 約 90° 、入射 X 線エネルギー約 9keV である。反射 X 線は原子核乾板に照射し、現像の後光学顕微鏡を用いてトポグラフィ像を観察し、貫通らせん転位 (threading screw dislocation, TSD)、貫通刃状転位 (threading edge dislocation, TED)、基底面転位 (basal plane defect, BPD) の数を全数評価した。

Table 1 に市販 SiC ウェハと本研究で作製した SiC 結晶の各転位密度の比較を示す。SiC 溶液成長による転位変換現象によって貫通転位が基底面転位に変換し、市販基板に比べて密度がおおよそ 1/100 となっている。基底面転位も減少の傾向がみられ、更に成長条件を検討し厚膜化していくことで減少する可能性が示唆された。

Table 1:市販基板と成長結晶の欠陥密度

Type of dislocation	Commercial wafers	This study
TSD	3500 [cm^{-2}]	8~10 [cm^{-2}]
TED	11500 [cm^{-2}]	160~200 [cm^{-2}]
BPD	3600 [cm^{-2}]	2000~3000 [cm^{-2}]

4. 参考文献

1. Y. Yamamoto *et al.*, *Appl. Phys. Express* **5** (2012) 115501.
2. S. Harada *et al.*, *Acta Mater.*, **81** (2014) 284.