

(様式第 5 号)

SiC 溶液成長における高品質結晶成長過程の直接観察 Direct observation of high quality SiC growth process during solution growth

原田 俊太
Shunta HARADA

名古屋大学大学院 工学研究科 マテリアル理工学専攻 材料工学分野
Department of Material Science and Engineering, Nagoya University

- ※ 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）

白色シンクロトロン光を用いた X 線トポグラフィにより、溶液成長 SiC 結晶における貫通らせん転位の変換挙動を観察することに成功した。これらをもとに、溶液成長による高品質結晶成長実現のための研究を加速させることができる。

(English)

The dislocation propagation behavior during solution growth of SiC was investigated by the X-ray topography using synchrotron white beam. By the observation of dislocation, high-quality SiC growth can be accelerated.

2. 背景と目的

SiC は低損失パワーデバイス材料として開発が進んでいる。しかし、SiC 基板にはいまだ多くの欠陥が含まれており、デバイス性能・信頼性の低下の要因となっている。近年、溶液法による SiC 結晶成長では、転位欠陥の変換によって高品質結晶が得られることが報告されており [1-5]、新しい高品質 SiC 基板結晶成長法として期待されている。

SiC 溶液成長では成長方向に平行に伸びる貫通転位が、90 度折れ曲がり成長方向に垂直方向に伝播する基底面転位に変換する。成長方向に垂直な基底面転位は、成長に伴い結晶側面より外部に排出されるため、結晶中の転位密度は低減していくと考えられる。我々のグループでは実際に転位変換を利用して転位密度の低減に成功している。

SiC 溶液成長過程における転位変換は、成長表面に形成するマクロステップが、横方向に進展することによって起こると考えられている。しかし、その詳細なメカニズムに関しては、いまだ解明されていない点がある。

溶液成長過程における、転位変換メカニズムを解明するために、転位変換の直接観察を行う。具体的には、欠陥変換と厚膜成長により欠陥密度を低減した結晶の断面 X 線トポグラフィ像を撮影することにより、転位変換挙動を直接観察する。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

溶液成長により、厚さ 300 μm の種結晶の両面にそれぞれ 100 μm の 4H-SiC を成長させた。溶液成長結晶を機械研磨及び化学機械研磨により厚さ約 100 μm の試料を得た。透過配置の X 線トポグラフィー法により結晶内の転位挙動の観察を行った。白色及び単色の X 線を用い、入射角は 70°から 80°とし、0004 の反射により結像を行った。この条件では SiC 結晶中の転位のうち、バーガースベクトルが[0001]である転位が見える。すなわち、貫通らせん転位の挙動を観察できる。

4. 実験結果と考察

Figure 1 に種結晶及び溶液成長結晶の X 線トポグラフィー像を示す。種結晶中には、[0001]から [11-20]方向に約 10° 傾斜した方向に伸びる貫通らせん転位が観察された。一方、溶液成長結晶では、Si 面での成長では、種結晶中の貫通らせん転位が[11-20]に伸びる基底面転位に変換している。一方、C 面での成長では、貫通らせん転位の変換が起こっていないことが分かる。これらの結果から、溶液成長において、高品質化のカギを握る貫通らせん転位の変換挙動を直接観察できることが明らかとなった。

また、単色 X 線および、白色 X 線を用いたトポグラフィー像を比較すると、どちらの像においても貫通らせん転位の変換は観察された。このことから、より簡単に回折条件を調節することが可能な白色 X 線により、貫通らせん転位の変換挙動は判別できることが分かった。

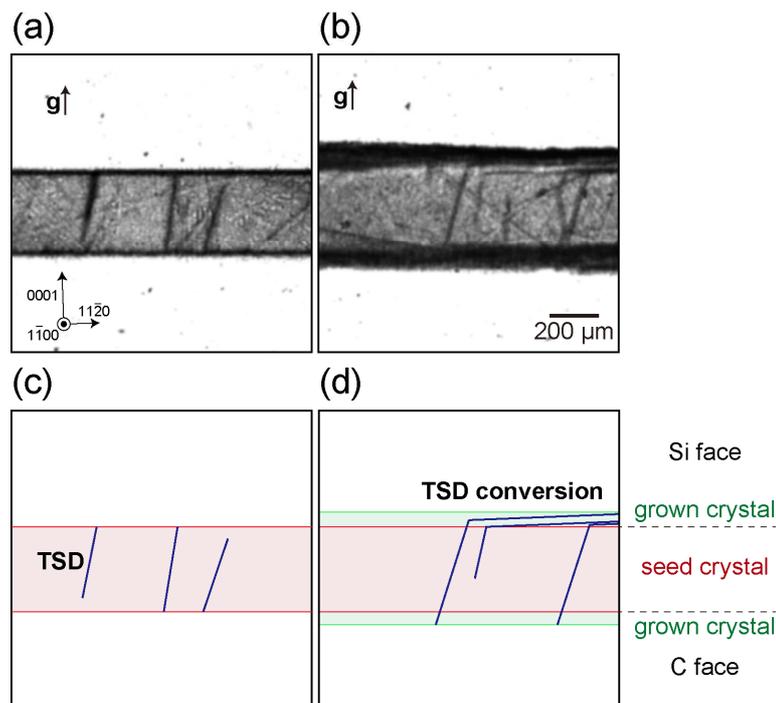


Figure 1. (a)種結晶および、(b)溶液成長結晶の X 線トポグラフィー像と、トポグラフィー像から読み取った、(c)種結晶および、(d)溶液成長結晶の転位の位置。

5. 今後の課題

今回の測定から、白色 X 線により貫通らせん転位の挙動を直接観察することが可能であることが明らかとなった。今後は、本条件により欠陥挙動を観察しながら、溶液成長のその場観察を行うことにより、欠陥変換メカニズムの解明を目指す。

6. 参考文献

- [1] Evolution of threading screw dislocation conversion during solution growth of 4H-SiC
S. Harada, Y. Yamamoto, K. Seki, A. Horio, T. Mitsuhashi, M. Tagawa, and T. Ujihara APL Materials, 1(2), 022109 (7 pages) (2013)
- [2] Reduction of Threading Screw Dislocation Utilizing Defect Conversion during Solution Growth of 4H-SiC
S. Harada, Y. Yamamoto, K. Seki, T. Ujihara
Materials Science Forum, 740-742, 189-192 (2013)
- [3] Effect of Surface Polarity on the Conversion of Threading Dislocations in Solution Growth
Y. Yamamoto, S. Harada, K. Seki, A. Horio, T. Mitsuhashi, T. Ujihara
Materials Science Forum, 740-742, 15-18 (2013)
- [4] High-Efficiency Conversion of Threading Screw Dislocations in 4H-SiC by Solution Growth
Y. Yamamoto, S. Harada, K. Seki, A. Horio, T. Mitsuhashi, T. Ujihara
Applied Physics Express, 5, 115501 (3 pages) (2012)
- [5] Conversion Mechanism of Threading Screw Dislocation during SiC Solution Growth
T. Ujihara, S. Kozawa, K. Seki, Alexander, Y. Yamamoto, S. Harada
Materials Science Forum, 717-720, 351-354 (2012)

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)

なし

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)

X線トポグラフィー、シリコンカーバイド、溶液成長

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。

② 研究成果公報の原稿提出

(提出時期：平成28年 3月予定)