

課題番号：1306037Pi

提出年月日：25年8月19日

(様式第2号)

ダイヤモンド、酸化ガリウム・バルク単結晶のX線トポグラフィー測定 X-ray topography measurement diamond, gallium oxide bulk single crystals

今村真幸・榊谷聡士・原田和也
Masayuki Imamura, Satoshi Masuya, Kazuya Harada

佐賀大学大学院工学系研究科
Graduate School of Engineering, Saga University

1. 概要 (注：結論を含めて下さい)

大面積ダイヤモンド等のX線トポグラフィー測定を行うことで、欠陥生成機構を解明する。具体的には、様々な面方位からX線トポグラフィー測定し、薄膜中の結晶欠陥の分布や種類を観察し、同定を行った。大面積成長可能なGa₂O₃等の単結晶試料のX線トポグラフィー測定を行うことで、結晶成長機構、欠陥生成機構を解明する。具体的には、X線トポグラフィーで、基板内と薄膜中の結晶欠陥の分布や種類を同時に観察し、同定を行う。酸化ガリウムの報告例は増えているが、ようやく低欠陥密度の単結晶の成長ができるようになったが、欠陥生成機構は未解決である。

(English)

By performing the X-ray topography measurement of large-area diamond, to elucidate the defect formation mechanisms. Specifically, the X-ray topography measuring various plane orientations, and observing the type and distribution of crystal defects in the thin film, it was identified. By performing the X-ray topography measurements of a large area can be grown Ga₂O₃ single crystal sample, and to elucidate the crystal growth mechanisms, the defect formation mechanisms. Specifically, using X-ray topography, and simultaneously observing the type and distribution of crystal defects in the thin film and substrate, and performs identification. Reported cases of Ga₂O₃ is increased, the growth of single crystals of low defect density can now be summarized. However, defect formation mechanism is unresolved.

2. 背景と目的：

今やエネルギー問題は、不可避の深刻な社会問題である。エレクトロニクス、情報通信ネットワーク、電力ネットワークのエネルギー効率、システムのハードウェアの大部分を占めるシリコン(Si)材料の固有の物性限界に到達している。それを打破するために、Siよりバンドギャップが広いダイヤモンド等の様々なワイドギャップ半導体を用いた高効率パワーデバイスの実用化に繋げ、エネルギー問題を根本的に解決しなければならない。

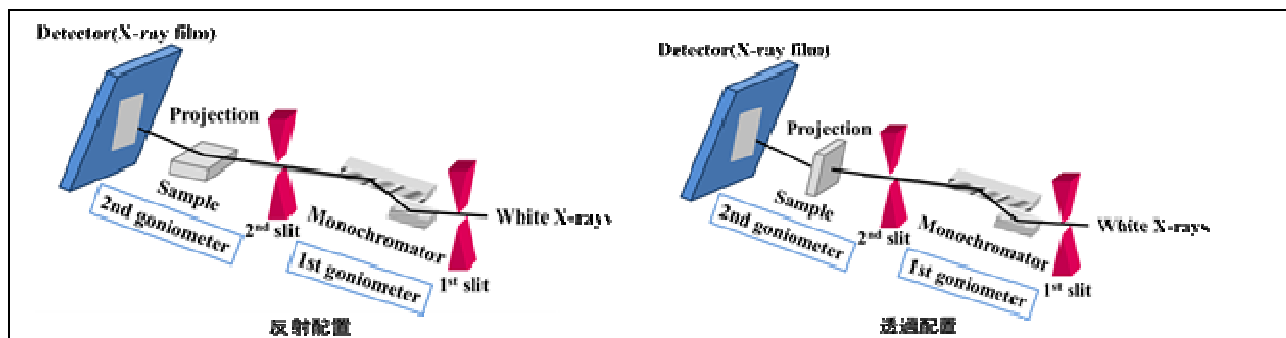
CVD成長ダイヤモンドは、大面積化が可能であり、産業応用上、極めて重要であるが、高压高温合成ダイヤモンドと比較し、転位や欠陥の発生機構の研究は進んでいない。

前回まで、我々は、センターにおいて、高压高温合成やCVD成長のダイヤモンド単結晶を観察し、様々な回折点での像を比較することで、転位を同定し欠陥生成の機構を明らかにした。

3. 実験内容 (試料、実験方法、解析方法の説明)

複数の単結晶基板を接合させたモザイク状CVDダイヤモンド単結晶のX線トポグラフィー測定を行い、結晶欠陥の観察を行った。具体的には、透過配置による測定を行い[220]回折の測定を行ない、欠陥の分布や接合面での欠陥の形態を観察した。

また、高温高压合成(HPHT)により成長させた高品質ダイヤモンド単結晶とEFG(edge-defined-film fed growth)法により成長したb面β-Ga₂O₃の測定もを行い、結晶欠陥の種類の同定、生成機構の解明を行った。



4. 実験結果と考察

モザイク状単結晶ダイヤモンドでは接合面付近で欠陥が多く分布することが分かった。これらの欠陥は接合面を軸に対称に配置していることが分かった。

今回測定した HPHT 結晶は、今まで報告されている結晶の中でもかなり欠陥密度が低く、高品質結晶と言える。複数の転位線が観察されたが電子線回折における消滅則によりこれらの欠陥は刃状転位と混合転位であることが分かった。

5. 今後の課題：

モザイク状単結晶における接合面での欠陥の低減化を行う。また更なる大型化を目指し、デバイス化に応用できるレベルまで品質を向上させる。

HPHT 結晶においては欠陥の低減化と導入メカニズムの解明を行う。

6. 参考文献

- [1]H. Sumiya, K. Tamasaku, “Large Defect-Free Synthetic Type IIa Diamond Crystals Synthesized via High Pressure and High Temperature”, Japanese Journal of Applied Physics 51 (2012) 090102
- [2]Y. Kato, H. Umezawa, H. Yamaguchi, S. Shikata, “X-ray Topography Used to Observe Dislocations in Epitaxially Grown Diamond Film”, Japanese Journal of Applied Physics 51 (2012) 090103
- [3]K. Tamasaku, T. Ueda, D.Miwa, T. Ishikawa, “Goniometric and topographic characterization of synthetic IIa diamonds”J. Phys. D: Appl. Phys. 38 A61–A66 (2005)
- [4] M. Higashiwaki, K. Sasaki, A. Kuramata, T. Masui, and S. Yamakoshi, Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 013504.

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)

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)

ダイヤモンド単結晶、Ga₂O₃、X線トポグラフィ観察