

(様式第5号)

ダイヤモンド・バルク単結晶及び AlN バルク単結晶の
X線トポグラフィー測定
X-ray Topography of Diamond Bulk Single Crystals and AlN Bulk Single
Crystals

嘉数誠・村上竜一・原田和也・梶谷聡士・山廣拓生
Makoto Kasu, Ryuichi Murakami, Kazuya Harada, Satoshi Masuya, Takumi
Yamahiro

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

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。今回窒化アルミニウム (AlN) 発光素子の基板となる大面積の高品質 AlN バルク単結晶を表面研磨方法で改良したので、その結晶の 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ので報告する。

(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. And report the result of X-ray topography measuring the quality AlN bulk single crystal having a large area to be a substrate of AlN, which this time was improved by surface polishing method (AlN) light-emitting element, and has performed the observation of crystal defects.

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は、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。

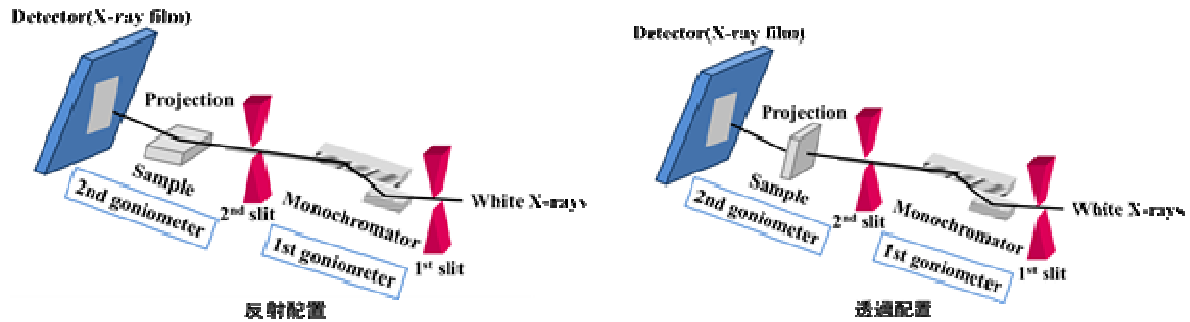
CVD 成長ダイヤモンドは、大面積化が可能であり、産業応用上、極めて重要であるが、高压高温合成ダイヤモンドと比較し、転位や欠陥の発生機構の研究は進んでいない。

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）

反射配置で試料を設置すると、X線の侵入長に応じた X 線トポグラフィー像が得られ（格子定数、 $a=3.56\text{\AA}$ ）、適度な強度の X 線回折点で試料全体を X 線フィルムで撮影すると欠陥を観察することができる。

(111)に対してX線回折は(220)で起こると予想する。非対称回折面での観察も行った。また、透過配置で大面積AINを設置すると、各々の格子定数に応じたX線回折が生じるが、(格子定数、 $a=3.112\text{\AA}$, $c=4.982\text{\AA}$)、適度な強度のX線回折点で試料全体をX線フィルムで撮影すると欠陥を観察することができた。(0001)に対してX線回折は(0002)で起こると予想した。



4. 実験結果と考察

測定した試料には線欠陥が観察された。線欠陥は複数で直線的になっていた。これは基板結晶のHPHT結晶と成長結晶であるCVD結晶の界面の歪みから発生した転位とやHPHT欠陥そのものの線欠陥を引き継いでいる転位の二種類が観察された。

A1Nバルク単結晶では透過・反射配置による観察のどちらにおいても、残留歪みから由来した弾性的な塑性変形を観察できた。

5. 今後の課題

今回、測定した試料の結晶欠陥の導入方向を踏まえ、今後は断面の試料を観察することで表面と断面のX線トポグラフィ像より、結晶欠陥の導入方向を評価する。

また、AIN結晶は表面の研磨が荒く結晶表面全体に研磨傷が残っていた為、再研磨して再度観察して詳しく評価していく。

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)

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、X線トポグラフィ観察

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。

① 論文(査読付)発表の報告

(報告時期：論文執筆中)