

## SAGA-LS におけるトポグラフィのアクティビティ

九州シンクロトロン光研究センター 川戸清爾、石地耕太郎

実験室系のX線トポグラフィ装置では実施が難しく、諦めざるを得なかった分野の実験が、8~20keV程度のエネルギーをもつ放射光 X 線を用いて実現できれば、十分に産業利用に役立つと判断される。SAGA-LS では、2007年度よりトポグラフィ装置を立ち上げ、2008年度よりユーザ利用を始めたが、必要な測定機器が整うにつれて実験がやりやすくなり、産業界のみならず大学、公的研究機関の方々の利用も増加してきた。

本発表では、照射・結晶構造ビームライン(BL09A)と物質科学ビームライン(BL15)で行っている単色および白色X線トポグラフィを紹介し、ユーザ利用(成果公開のみ)、共同研究、技術開発状況について述べる。

### 実験設備：

- (1) BL09A:実験ハッチには白色X線ビームが導かれる。2008年度に白色X線トポグラフィを立ち上げ、ユーザ利用と共同研究をスタート。2010年度に、チャンネルカット型モノクロメータを導入して、白色・単色複合X線トポグラフィ装置に改良し、本格利用が始まった。白色トポでは、ラウエ斑点が重ならない10mm以下のビーム幅とするが、チャンネルカット結晶を当初の40mm幅から70mmにアップしたことにより、単色トポではより広い面積のトポグラフィが得られるようになった。画質はBL15と同等。エピ、バルク結晶の評価に広く利用されている。検出器はフラットパネル(調整用)、X線フィルム、X線CCDカメラが用意されているが、暗室があるので、ユーザが原子核乾板を持ち込むこともできる。
- (2) BL15:実験ハッチの前に標準型二結晶分光器があり、実験ハッチには幅広い(80mm以下)リボン状の単色X線ビームが導かれる。2007年度にトポ・システムを立ち上げ、初期テスト。2008年度よりユーザ利用開始。Si、SiC、サファイアなどのウェーハ評価に利用されている。

### ユーザ利用：

最近のトポ利用状況(成果公開のみ)を、提出された利用報告書ベースで見ると、2010年度1件、2011年度8件、2012年度12件と増加した。観察試料は、化合物半導体のエピ結晶およびデバイス、SiCエピおよび基板、Si、ダイヤモンド、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlNバルク結晶など。観察対象は、転位、積層欠陥、サブ・バウンダリ、長距離歪み(反りなど)である。ユーザは、大学、公的研究機関、民間企業(成果非公開が多い)と幅広い。これらの利用報告の中で、研究が進んだと思われる段階で、研究成果報告会に発表をお願いしている。実施報告書が公開されているので、参照していただきたい(<http://www.saga-ls.jp>)。

### 共同研究：

SiC関連のトポグラフィが盛んであることに鑑み、外部民間企業との共同研究として、イオン注入したSiCの欠陥解析を行っている<sup>2,4)</sup>。その結果、SiC関連の利用相談にも十分対応できるようになった。

### 技術開発：

白色・単色X線複合トポグラフィ装置開発(前述)のほか、試料高温加熱装置のテスト、欠陥の三次元観察、ウィグラービームライン(BL07)でのトポ実験の試みなどを行ってきた。今後、より広いニーズに対応できるように、技術開発を進める予定。

### 参考文献：

- 1) K. Ishiji et al.: Phys. Status Solidi A **208** (2011) pp.2516-2521.
- 2) K. Ishiji et al. : Semicond. Sci. Technol. **26** (2011) 025009 (5pp).
- 3) K. Ishiji et al.: Journal of Applied Physics **113** (2013) 194505 (6pp).
- 4) K. Ishiji et al.: Materials Science Forum **778-780** (2014) pp.449-452.