

新型 X 線トポグラフ (XRT) 装置による結晶欠陥解析

はじめに

ラボスケール XRT 装置 (300mmφ対応) は大ラング (XRT-300)、BedeScan、XRTmicron と進化してきました。BedeScan はオールデジタル方式の先駆け (第一世代) でしたが XRT 分析用として未成熟でした。その後 CCD カメラの高性能化、X 線源技術の進展により XRT 撮影性能が大幅に向上した第二世代のオールデジタル XRT 装置 (XRTmicron) が開発されました。弊社は昨年末に XRTmicron を導入し XRT 分析能力を拡充しました。本稿では XRTmicron および撮影例について紹介します。

X 線トポグラフ装置 (XRTmicron)

XRTmicron の模式図を図 1 に示します。試料ステージはリニア駆動 (X 軸、Y 軸) とステージ回転 (ϕ 軸) から成り高精度サンプルスキャンと回折面の方位調整を行います。検出器は 2.4 μ m CCD カメラと 5.4 μ m CCD カメラから成り高解像度撮影および高速撮影に用いられます。X 線源は微小焦点回転対陰極型の 2 連トラック (Cu、Mo) となっており多層膜集光ミラーと組み合わせる強力な疑似単色平行ビームを生成し、更に二結晶コリメータを自動切替挿入できるようになっています。

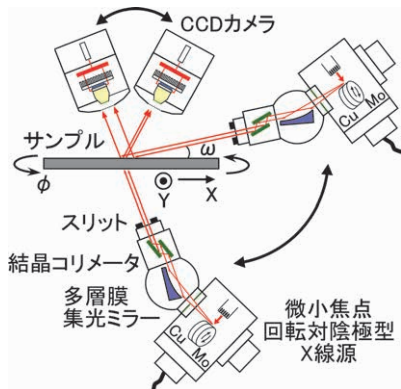


図 1 XRTmicron の模式図

本装置は強力な平行ビーム & 高空間分解能を実現することにより、従来ラボスケール装置では出来なかったサンプル全面の高解像 XRT 撮影 (全面転位像撮影)、セクショントモグラフィ撮影、二結晶ロッキング撮影が可能になっています。

評価事例

(1) シリコンウエハ

図 2 (A)、(B) に 8 インチウエハ (スリップ発生材) の透過 XRT 画像と高解像度反射 XRT 画像を示します。スリップがウエハ外周で ~ 数 cm 発生、外周近傍の高解像度画像では <110> 方向に列を成して並ぶ多数のスポット (スリップ転位) を 1 本ずつ詳細に観察することができます。

(2) SiC ウエハ

図 3 (A)、(B) に 4 インチ SiC ウエハの透過 XRT 画像とその局所拡大図を示します。局所拡大図ではショックレー型積層欠陥およびらせん転位、基底面転位を詳細に観察することができます。

(3) GaAs ウエハ

図 4 (A)、(B) に 3 インチ GaAs ウエハ全面の透過 XRT 画像および局所エリアのスナップショット画像を示します。転位密度の比較的多い GaAs ウエハではボルマン効果による X 線透過能は低下するにも拘らず、ウエハ全面の透過画像および局所エリアの透過画像には欠陥分布や転位像が明瞭に写っています。

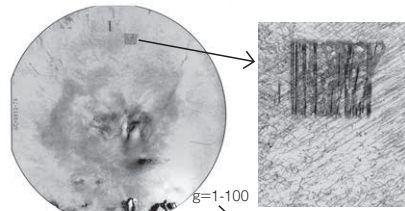


図 3 SiC ウエハの撮影例

(4) セクショントモグラフィ撮影

(Section 3 D 撮影)

Section 3 D は、多数の連続したセクショントモグラフィ画像を撮影した後に連結合成して 3 D 化することにより欠陥を立体的に観察する撮影方法です。図 5 にシリコンのスリップを Section 3 D 撮影した画像を示します。この図は合成した 3 D 動画から ϕ 軸周りの 4 枚を抜き出したもので、画像の下辺 (ウエハ裏面) から上辺 (ウエハ表面) にかけてスリップ転位が走る様子を立体的に観察することができます。

おわりに

新型 XRT 装置はこれまでラボスケール機で苦手だった発散 X 線ビームから平行 X 線ビームへと刷新することにより欠陥撮影手法の選択肢が広がりました。是非お気軽にご相談ください。

お問い合わせ先

富津事業所
解析ソリューション部 構造解析室
中居 克彦、二木 登史郎
TEL : 0439-80-3183 FAX : 0439-80-2733
nakai.katsuhiko.hb6@nstec.nipponsteel.com
futagi.toshiro.s7r@nstec.nipponsteel.com

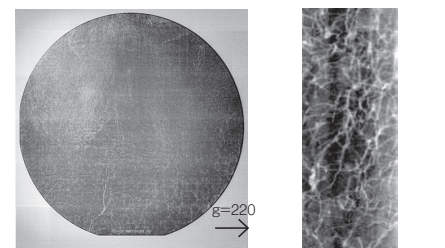


図 4 GaAs ウエハの撮影例

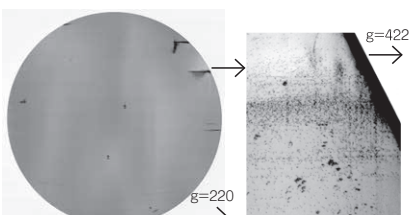


図 2 シリコンウエハの撮影例 (g : 回折ベクトル、以下同じ)

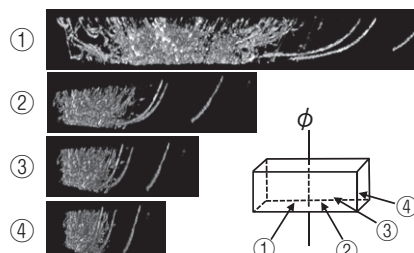


図 5 シリコンのスリップを Section 3D 撮影した画像