

企画にあたって

村石 信二*

X線回折による材料分析は、非破壊で結晶構造、面間隔、配向性、残留応力等のデータが取得できる点で、材料研究者にとって必須のツールと思われる。実験室レベルのX線回折装置は、X線源の高効率化と多次元半導体検出器に対応したことで迅速なデータ取得が可能となっている。これに対し、大型放射光施設では高輝度・任意波長の単色X線が利用でき、特に短波長側で材料内への侵入深さと分解能に優れるという特徴から、ラボスケールでは成しえなかった最先端の研究が産学官の材料研究者によって精力的に進められている。大型放射光施設の解説については、本誌ミニ特集「放射光を利用した材料解析」を参考いただきたい⁽¹⁾。

本企画の主旨は、ラボスケールX線による材料分析技術の紹介である。バルク・薄膜に依らず、材料表面にはプロセス(熱処理、機械加工、表面改質、薄膜蒸着)や材料設計(コーティング、多層薄膜)に起因して残留応力・ひずみが導入され、実用構造部材では残留ひずみは疲労寿命を左右する極めて重要な指標とされる。また、磁性薄膜などの機能性材料においては、格子ひずみは電磁気物性との相互作用により磁気異方性の機能性を発現するケースが報告されている。X線による応力・ひずみ測定、小角散乱法など、ラボスケールでその迅速な測定・解析が可能となっており、今後ますます材料研究者にとって身近で強力なツールとなるとと思われる。

本ミニ特集では、ラボスケールX線の材料評価技術に焦点を絞り、X線装置の技術開発の動向、X線小角散乱や応力・ひずみ測定法の基本原理と解析手法の実例、また今後の材料開発にむけたX線評価技術など、5件の解説記事を執筆依頼した。

近年のX線源の高効率化(回転陰極、多層膜ミラー)と多次元半導体検出器の恩恵により、 $2\theta-\theta$ 法での一般的なデータ取得時間は従来のシンチレタ検出器とくらべ10分の1程度(数分)に短縮され、多軸ゴニオステージを用いたIn-plane測定、極点図測定、逆格子マップ、残留ひずみ測定法の特殊観察法も極めて短時間でデータ取得が可能となっている。森岡 仁氏(BrukerAXS社)には、ラボスケールでの高輝度X線源と多次元検出器の技術的な進歩について測定事例を交えて解説いただいた。

また、今日一般的となっている応力測定法には、XRD

法、ラマン分光法、基板曲率法などがあり、いずれも薄膜・コーティング材料の品質管理技術の進歩を支えている。岩村 栄治氏(ペルノックス株式会社)には、これら手法を概説いただき、基板上薄膜に生じる内部応力の実例について解説いただいた。

従来のX線応力ひずみ測定法では、応力に影響されない格子定数は未知である場合が多く、応力への換算に注意が必要とされる。春本高志助教(東工大)には、弾性定数を必用としない新たなX線格子ひずみ測定法について、従来法の $\sin^2\phi$ 法と比較して解説いただいた。

通常のX線回折よりも低角度の散乱ピークを観測するX線小角散乱法(SAXS)では、直径50nm以下で分布した粒子の大きさや分布を定量評価することができる。大沼正人教授(北大)には、放射光とラボスケールX線での経験を交えて、小角散乱の理論と材料内に分布した微小粒子の解析例について解説いただいた。

円偏向X線により強磁性体のコンプトン散乱を測定すると、スピン依存の磁気コンプトン散乱を生じ、磁性に寄与する電子の「化学結合の形」を調べることができる。櫻井 浩教授(群馬大)には、磁気コンプトン散乱をもちいた磁性薄膜の評価手法を紹介いただき、化学結合と磁気異方性エネルギーの関係、新規の磁器デバイス開発への有用性について解説いただいた。

本企画が、読者にとって今後の研究開発の一助となれば幸いである。

文 献

- (1) ミニ特集「放射光を利用した材料解析」: あたりあ, 52 (2013), 553-575.



村石信二

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
2002年3月 東京工業大学大学院総合理工学研究科博士後期課程修了
2002年4月 東京大学先端科学技術研究センター特任助教
2004年4月 東京工業大学理工学研究科材料工学専攻・助手
2014年10月 東京工業大学理工学研究科材料工学専攻・准教授
専門分野: 金属組織学, 薄膜材料, マイクロメカニクス
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

* 東京工業大学大学院理工学研究科; 准教授(〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)

Preface for Special Issue on Recent Development of X-ray Diffraction and Scattering Techniques for Material Characterization in Laboratory; Shinji Murashi (Department of Metallurgy and Ceramics Science, Tokyo Institute of Technology, Tokyo)

Keywords: X-ray sources, Multi-dimensional detectors, stress-strain analysis, small angle scattering, magnetic Compton scattering

2015年10月30日受理 [doi:10.2320/materia.54.601]