

<記事>形態評価研究分野 (1998.1-1998.12) (研究活動報告)

著者	進藤 大輔, 村上 恭和, 池松 陽一, 梁 俊模, 李胤樹, 谷山 明, 林 聖煥, 李 昌祐, 朴 英吉, 安藤 邦展, 鎌田 武彦, 丹羽 崇文, 上道 良太, 柴田 達真, 渋谷 英雄
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	54
号	1/2
ページ	102-103
発行年	1999-03-26
URL	http://hdl.handle.net/10097/34156

研究活動報告

形態評価研究分野 (1998.1~1998.12)

教授：進藤大輔
助手：村上恭和，池松陽一
研究機関研究員：梁俊模，李胤樹
受託研究員：谷山明
研究留学生：林聖煥，李昌祐，朴英吉
大学院生：安藤邦展，鎌田武彦，丹羽崇文，上道良太，
柴田達真，渋谷英雄

本研究分野では、新しい形態評価法の開発とそれを用いた先端素材・材料の構造・形態の解析研究を実施している。本年度の研究活動内容の主なものは以下の通りである。

I. 形態評価法の開発研究

I-1. 電子線に対する CCD カメラの特性評価.

昨年度まで実施してきた新しい画像記録媒体イメージングプレートに加え、今年度はスロースキャンタイプの CCD カメラの高エネルギー電子線に対する特性評価を実施した。具体的には CCD カメラの入射電子線強度に対するシグナルとノイズの比 (S/N) や検出量子効率 (DQE) などを測定した。これらの測定結果をもとに、スロースキャン CCD カメラを用いて先端素材・材料の電子顕微鏡像や電子回折図形を測定する場合の最適電子線照射量を求めた。

I-2. ステレオ電顕観察法における計測精度の検討

電子顕微鏡像では、通常電子線方向に投影した2次元情報しか得ることができない。これに対して、試料を僅かに傾斜しながら観察を行うステレオ法からは3次元的な情報が得られるという特長がある。しかし、これまで、その精度については十分な議論が行われていない。ここでは、形状のわかっている盤状の酸化鉄粒子を用い、その厚さ測定を行うことにより、ステレオ観察法の計測精度について検討を行った。その結果、傾斜角度が小さい場合には、像の変化量が小さく、また逆に傾斜角度が大きすぎる場合には、試料位置の移動による像のぼけを生じ計測精度は低いことがわかった。ミクロンサイズの粒子に対しては、20~30度程度の傾斜角で最も高い精度での厚さ評価が実施できることが明らかとなった。他の粒子や試料内での格子欠陥の位置の決定への応用を考えている。

I-3. イメージングプレートとローレンツ電顕法を用いた磁性材料の評価

イメージングプレートを用いて磁性材料のローレンツ電顕像の観察を行い、デジタルデータによる定量的な解析を実施した。具体的には、Sm-Co系の永久磁石材料の磁壁をフォーカスを変えながら撮影し、その強度分布を定量的に解析することにより、磁壁の幅を精度よく求めることができた。現在、Nd-Fe-B系の磁石についても、磁壁の幅の測定を実施している。

I-4. 電子エネルギー損失分光法 (EELS) を用いた組成評価

電子エネルギー損失分光法を利用した組成評価法について検討を行った。具体的には、 $(\text{Bi}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{MnO}_3$ について、Bi と Ca の組成を変えた試料を準備し、低エネルギー側の価電子

励起の領域と酸素の内殻電子励起スペクトルについての変化を調べた。その結果、低エネルギー領域では、プラズモンのピーク位置の変化から、また内殻電子励起領域ではピークの積分強度の変化から組成情報が精度よく得られることがわかった。特に後者の積分強度は、Mnのdバンド内のホールとの混成によってもたらされていることが明らかとなり、ホール濃度と対応させて解釈できることが判明した。

I-5. 電子線ホログラムを用いた形態評価

電界放出型電子銃と電子線バイプリズムを利用して、電子の干渉縞（電子線ホログラム）を得ることができる。この電子線ホログラムには、試料内で受ける電子の位相変化が正確に反映される。現在、多結晶からなる酸化鉄粒子を用い、表面形態や粒子密度の定量的な評価を実施している。

II. 先端素材、材料の形態評価研究

II-1. ZnO 薄膜の構造評価

サファイア上に成長させたZnO圧電膜の内部構造および界面構造の評価を実施した。サファイアとZnOでは、格子定数が大きく異なるため、特にZnO薄膜には、多数の転位（threading dislocation）が観察された。これらの転位密度を評価するとともに、界面近傍での格子歪についても、電子顕微鏡像より評価を行った。

II-2. 化合物半導体中の格子欠陥の評価

GaAs中のフォールテッドダイポールについて、対物レンズのフォーカスを変化させながら（スルーフォーカス法）高分解能電子顕微鏡像の観察を実施した。その結果、積層欠陥の周りでの格子歪を正確に決定することができた。また、Z型のフォールテッドダイポールについては、その中央に位置する積層欠陥が従来考えられていたモデルとは大きく異なり、GaとAsのダンベルが大きく広がった特異な構造をとっていることが初めて明らかとなった。

II-3. ダイヤモンド薄膜の格子欠陥の評価

ダイヤモンドデバイスへの微細加工による影響を調べることを目的に、ダイヤモンド薄膜にYAGレーザー加工を施した場合の内部構造の変化を調べた。高分解能電子顕微鏡像からは、局所的に大きな格子歪を示すコントラストの異常が観察された。しかしながら、広い領域で得られた電子エネルギー損失スペクトル、特に炭素のKエッジからは、電子状態の異常は検出されなかった。現在、マイクロプローブを用いたエネルギー損失分光法により、高分解能電子顕微鏡像に異常の見られた領域での電子状態の変化の評価を実施している。