

第18回電子顕微鏡解析技術フォーラム

— 会議録 —

1. 日時：2000年3月11日（土）
2. 場所：日本医科大学
3. 参加者：65名
4. 配布資料：
 - 1) 第18回電子顕微鏡解析技術フォーラム講演要旨集
5. 第18回電子顕微鏡解析技術フォーラムの特徴

「電子顕微鏡像をより容易に正しく解釈するために part. 7」としてフーリエ変換の基礎と応用について講演が行われた。この講演では、フーリエ級数の数学的な意味合い、2次元フーリエ変換と画像解析技術、結晶構造像解析の手法などについて解説がなされた。最近のプロセス評価に必須な試料作製技術の話題として、FIB周辺技術にテーマに取り上げた。各講演とも質疑および討論が活発であり、その後のざっくばらんトークでも材料解析に関する情報や電子顕微鏡解析の意見交換が行なわれた。

6. 講演内容

フーリエ変換 — 基礎 —

塚原 裕輔（凸版印刷）

フーリエ級数とフーリエ変換について数学的な意味合いについて解説が行われた。「フーリエの冒険」を教科書に三角関数を用いて一次関数を展開する意味合いとフーリエ級数展開について説明が行われた。フーリエ変換、FFTなどの内容について説明が行われた。

電子顕微鏡におけるフーリエ変換の応用

井手 隆（日本電気）

二次元フーリエ変換の意味を説明し、電子の波動性を考慮して電子回折の数学的な取扱いについて解説が行われた。コンピュータでの画像を二次元フーリエ変換し周期性を抽出する方法とFFTのアルゴリズムの説明が行われた。また、実際に画像を二次元フーリエ変換する際のウィンドウ関数の設定などについてもふれた。独自に開発した電子顕微鏡像の解析ソフトでは、画像の二次元フーリエ変換を用いて結晶の格子歪みや多結晶体の方位分布解析などが行え、その事例が紹介された。

結晶構造像の解釈

堀内 繁雄（三菱ガス化学）

結晶構造像の解釈するための高分解能電子顕微鏡像の結像理論について解説が行われた。結像にともなう像強度とフォーカス量や球面収差の関係が説明され、マルチスライス法による計算手法が解説された。実際の観察では、計算機シミュレーションによる観察条件の設定や、観

撮像の解釈について説明がなされた。

表面観察装置用レーザーポイントマーキング

四方山 和彦 (HOYAコンテニューム)

顕微鏡搭載型レーザー加工機およびレーザーポイントマーキング装置の紹介・実検討例が発表された。レーザーポイントマーキングは、欠陥解析などで電子顕微鏡試料作製としてFIBを用いる際、加工する基準位置マークとして注目されてきた。効率は言うまでもなく、マーキング時に発生する Debris (飛散物) の抑止と、十分に視識可能なマークであることが要求される。これに対応するため、レーザー繰り返し周波数を従来の1~3Hzから15Hzに変更し、投入エネルギーを細分化することで克服した。Si基板・Crマスク・HDへ適用して、成果を得た。

Dual Beam (FIB・SEM) の紹介

渡辺 航 (フィリップスエレクトロニクス)

FIBで電顕用試料作製を行う際の問題点として、(1)FIBの像では分解能が低い (2)加工断面を確かめる際に試料傾斜が必要となり作業性が悪い (3)観察によるダメージなどを取り上げ、この改善を計るべく、FIBと高分解能SEMをインテグレートした。使い勝手にも配慮されている。EDX分析も可能。従来のFIB単独装置よりはるかに試料作製時間を短縮できる。半導体デバイスの例を示した。なお、SEMへのハード的な悪影響は今のところみられていない。

FIB装置“SMI2200”を用いたピックアップ法の紹介

完山 正林 (セイコーインスツルメンツ)

ピックアップ法 (LiftOut 法) の詳細手順が紹介された。同方法ではウェーハを割らずにFIBで断面TEM用の試料を作製できるため、従来までの方法に比較すると効率がよい。薄片をピックアップするためには、マイクロマンピュレータおよび薄片をピックアップするためのマイクロプローブ (ガラス製) を作るために、ピペット作製機 (プーラー) とマイクロフォーシが必要。マイクロプローブの静電気を利用してFIBで作製した薄片をピックアップし、コロジオン膜付メッシュへ移す。コロジオン膜の粘着性で固定される。また、FIBとして新開発のSMI2200を用いると加工速度が早く、また自動化ソフトも充実しており、更に効率的に試料作製できる。応用例として、64MDRAMとインクジェット用紙が紹介された。

半導体デバイスにおけるFIBを用いたTEM試料作製技術

鈴木 直久 (東芝マイクロエレクトロニクス)

半導体デバイスのプロセス開発や生産現場における断面TEM試料作製においては、LiftOut法の効率の良さが非常に有用である。ダイシングソー+FIBと、FIB+マイクロマンピュレータ (LiftOut 法) を客観的に比較した。効率面・EDS分析面・基板を割らずにすむ・膜剥離の懸念がない点など広範な利点があるが、一方で成功率 (90%) ・追加工ができない点が問題で、

試料の目的・状況により上記2法およびイオンミリング法を使い分ける。ピックアップ作業の録画を示した。また、今後のFIBの開発に考慮してもらいたい課題を提示した。

Q&Aコーナー・総合討論

2次元フーリエ変換の特性について、幾つかの質問がなされた。2次元フーリエ変換後の画像から周期性を抽出して逆フーリエ変換する際は、原点に対して対称に抽出することで虚数部の影響を除くことができる。

また、GaAs系半導体のFIB試料作製についての質問がなされた。

全プログラム終了後、興味のある人対象に井手（NEC）氏が開発したTEM用の画像処理ソフトのデモンストレーションが行われた。

先端材料解析研究部会責任者：平坂雅男（帝人）

実行委員：島崎広美（凸版印刷）、小林恵美子（フィリップス・エレクトロン・オプティックス）、佐藤克行（日本石油）、鈴木敏洋（真空冶金）、高島正樹（三菱化学）、為我井晴子（日本電気）、長澤忠広（コニカ）、半澤規子（三井金属）、山岡壮太郎（日軽分析センター）

文責：平坂雅男（帝人）、高島正樹（三菱化学）