

## 第24回電子顕微鏡解析技術フォーラム

### — 会議録 —

1. 日時：2004年8月27日(金)～8月28日(土)
2. 場所：ラフォーレ琵琶湖（滋賀県）
3. 参加者：33名
4. 配布資料：
  - 1) 第24回電子顕微鏡解析技術フォーラム講演要旨集
5. 第24回電顕解析技術フォーラムの特徴

(社)日本顕微鏡学会・デバイス解析分科会主催の研究会として実施された。今回は、3次元立体像観察および最新のEDS技術に関するテーマが中心となった。さらに、今回のテーマに関するセッションの他、プロセス開発者がみた電子顕微鏡の活用や解析事例の発表が行われた。講演時間と質疑時間を充分にとり各発表内容について十分な議論が行われた。また、初日には(株)アイテスのご好意により、(株)アイテスの研究室を見学することができた。今回も、例年どおり電子顕微鏡に関する情報交換が深夜まで参加者間で行われ、充実した2日間であった。

#### 6. 内容

##### (株)アイテス見学会

株式会社アイテスは平成5年に日本アイ・ビー・エム株式会社の野洲事業所の品質保証・施設の部門を母体として分離独立したサービス会社である。(株)アイテスの評価技術関連事業の不良解析/故障解析の取り組みについて概要説明が行われた後、装置見学が行われた。最近導入した最新鋭のリアルタイムイオン電子顕微鏡(超高解像度、極低加速電圧のフィールドエミッション走査型電子顕微鏡(FE-SEM)にハイパフォーマンス収束イオンビーム(FIB)を搭載した装置)をはじめ、TEM、FIBなどの装置が紹介された。

##### 立体的観察手法による半導体デバイスの不良解析 朝山 匡一郎(ルネサステクノロジ)

半導体デバイス開発において不良解析は必須であり、電子顕微鏡による解析は半導体の積層構造からCu配線層の解析まで幅広い。不良領域を立体的観察したいというニーズに対して、観察手法と解析事例が紹介された。SEMとFIBによる多断面観察、高加速電圧SEMを用いた試料内部構造の観察を始め、新しい観察手法としてSTEMを用いた $\mu$ ピラー観察や3次元Tomographyが紹介された。

##### 3次元TEM観察法とその応用 島貫 純一(日産アーク)

半導体デバイスでは高速化の要求に応えるため、Al配線から低抵抗のCu配線への転換が進んでおり、配線の層もさらなる多層化が進んでいる。従来の絶縁膜では抵抗の問題があ

り、高速化に対応した低誘電率膜(Low-k 膜)材料を絶縁膜が開発されている。超高压電子顕微鏡や 300kV の電子顕微鏡を用いた多孔質 Low-k 膜の空孔解析を行った例が報告された。ステレオ観察により、空孔の形状や空間分布を測定した結果が報告された。また、球状シリカを含むゴム系ナノコンポジット材料の 3次元 TEM 観察法が報告された。

#### デバイスの 3次元構造解析

乾 光隆 (セイコーエプソン)

Slice&View 法を用いて多層化されたデバイスの 3次元解析例が報告された。試料をスライスした後に観察を繰り返し、その像を重ね合わせて 3次元化し解析を行っている。講演では、ソフトウェアを実際に用いて説明がなされた。デバイス以外の例としては、DVD の解析事例が報告された。DVD ディスクの断面の観察像から 3次元構築した立体像を回転させ、表面方向から表示すると記録ピットが観察できることが紹介された。

#### 最新型 EDS 装置の現状—ここまでできる EDS—

奥西 栄治 (日本電子)

TEM のデジタル化が進むに従い、EDS と TEM のインテグレーションが実現し EDS 分析の機能を向上させることができている。例えば、倍率、加速電圧、スキャンローテーションなどの情報共有化が行われている。EDS のハードの面では、検出素子面積の拡大化による検出感度が向上していること、また、薄膜化した Ultra Thin Windows を用いて軽元素の検出感度が向上することが報告された。

#### 最新の EDS 定量マッピング

鈴木 実 (サーモエレクトロン)

ピークが重なる場合や隣接する場合に EDS の元素マッピングを行うと、誤った元素分布像が表示される問題点がある。そこで、デジタルトップフィルター方式を用いてバックグラウンド処理することにより、本来のピーク強度が明確となり元素分布表示の問題点が解決されている。W と P の分離、W と Si の分離、Ta と Si の分離など事例紹介および微量成分の存在を明らかにするソフトウェアの紹介が行われた。

#### 透過電子顕微鏡法による多孔質 Low-k 膜空孔の三次元構造評価および三次元構造と Cu/Low-k 多層配線プロセスとの相関

小川 真一 (半導体先端テクノロジー)

プロセス開発する研究者にとって、プロセスが制御できているか、意図した構造ができているかなど電子顕微鏡の活用価値は高い。講演では、これまでのプロセス開発において電子顕微鏡が重要な役割をした例が報告された。Ti/Si 界面での  $\alpha$ -TiSi の形成が電子顕微鏡解析で明らかになりデバイス開発に役立った例が紹介され、また、最近のデバイス開発における多孔質 Low-k 膜の空孔解析について発表が行われた。

#### 半導体多層膜中の 10nm-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の結晶粒形評価

中村 新一 (青山学院大学)

高速化に伴うゲート膜の薄膜化による問題としてリーク電流の問題があり、シリコン酸

化膜よりも誘電率の高い(抵抗の高い)膜、いわゆる High-k 膜を用いることが必要で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の研究がなされている。この Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜の平面 TEM 像で観察する手法について報告が行われた。また、断面 TEM では Si 基板上の異物解析の例が報告された。

#### 有機分子を内包した SWNT の解析事例およびその課題について

村上 洋介 (ソニーイーエムシーエス)

SWNT (単層カーボンナノチューブ) に有機分子を内包させることにより、SWNT の特性や構造を制御する研究が行われている。有機分子を内包する SWNT の観察におけるシミュレーション解析を行い、内包分子が有機分子である問題点について報告が行われた。また、TCNQ (Tetracyano-p-quinodimethane) や TMTSF (Tetramethyl-tetraselenafulvalene) を内包させた SWNT について解析事例が報告された。

#### FIBによるナノファブリケーション

黒田 靖 (日立サイエンスシステムズ)

FIB を用いた材料を加工してナノオーダーの形状物を作製することができることが報告された。マイクロピラーサンプリング法の概要と活用例について報告が行われ、また、顕微鏡学会の写真コンクールで金賞を受賞したナノダイヤモンドリングの作製についても詳細に説明が行われた。

(文責 平坂雅男)