

## 7. ビーム応用 (2014 秋講演会報告)

### 「7.1 X線技術」(講演奨励賞受賞記念講演 1 件、オーラル 13 件、ポスター 3 件)

セッション冒頭に講演奨励賞受賞記念講演があった後、前半の 7 件は X 線光源に関する発表、後半の 6 件は X 線技術に関する発表が行われた。セッションでは 40 名弱の参加者により熱心な討論が行われた。光源に関する発表では、EUV 光源の高効率化を目指した研究の他、X 線の位相コントラストイメージング用の実験室光源の発表が、X 線利用に関しては、主に軟 X 線から硬 X 線領域における撮像法の研究発表の他、多層膜回折格子を用いた分光素子技術などの発表が行なわれた。

### 「7.2 電子顕微鏡、評価、測定、分析」(オーラル 10 件、ポスター 1 件)

オーラルの前半 6 件が主に電子顕微鏡手法について、後半 4 件が応用研究についての講演であった。前半では、STEM において位相像を再生するための技術、その派生として円環状絞りによる焦点深度拡大効果の発表、ABF と HAADF という 2 つの STEM 法を組み合わせた高精度原子位置解析手法の提案など、新規技術に関する興味深い講演が行われた。また、SEM を用いた局所電磁場のマッピング方法開発は、簡便に電磁場を可視化する手法として非常に有用だと感じた。以前から毎回発表が継続されている SEM の 2 次電子挙動の解析については、未だ十分に理解が進んでいない領域を着実に明らかにしているとの印象を持った。後半の応用研究については、現在の電顕分野の花形たる“その場観察”に関する講演がほとんどであった。Cu 単原子によるグラフェン欠陥修復の動的観察、白金触媒のガス雰囲気下での構造解析、金触媒の原子構造解析、同じく金触媒の反応中動的観察など、いずれの発表成果も今後の材料開発に繋がりうる意義深い報告であった。

### 「7.3 リソグラフィ」(分科内招待講演 1 件、オーラル 11 件、ポスター 1 件)

招待講演では DSA リソの基礎～最新状況までが分かり易く紹介されほぼ満席の聴衆を得た。レジストでは EB 用の性能向上や、EUV での性能トレードオフ克服を目指す報告があった。EUV リソではより微細な 2 光束干渉露光のための透過型回折格子作製プロセス、大型ミラー用に開発中の反射率計の性能が報告された。光リソではコードマーク、流路形成、大面積、微細管内面用の各種低コスト露光システムの特性向上や、複数焦点像搭載マスクによる 3D 露光の提案があった。イオンビームでは空中ナノワイヤ組成の均一化新技術が、EB では 3D 描画装置のアライメント精度向上技術が報告された。

### 「7.4 ナノインプリント」(オーラル 16 件)

金属薄膜や LaRuO<sub>3</sub>、ポーラスガラスなど従来の高分子レジスト以外の材料へのインプリントが試みられている。熱ナノインプリントにより作製された原子状に平坦なガラス基板を用いた ITO の配向制御やサブシングルナノメータへのナノインプリントのトライは今後の期待される。室温でのリバーサルインプリントは今後の 3 次元ナノ構造物の作製法として注目される。離型に関する発表もシミュレーションを含めて 3 件あり、引き続き離型がナノインプリントの重要な課題であることがうかがえた。X 線回折を用いた非破壊な 3 次元パターン計測法の開発もその有用性が注目される。

### 「7.5 ビーム・光励起表面反応」(オーラル 3 件、ポスター 7 件)

一般口頭講演としては FeAl 上のレーザー誘起磁気転移現象におけるレーザー波長依存性、ナノ粒子の液中 TEM 観察法、ガスクラスタイオンによる DLC 表面修飾に関する講演が行われた。一方、翌日に開催されたポスターセッションではナノ秒パルスレーザー、電子線、イオンビームならびにこれらの複合照射と液中プラズマ技術による金属表面でのナノ構造制御に関する研究等 7 件が報告された。本セッションはオーラル発表日の午後開催されたシンポジウムとの調整で、オーラル発表の件数が少なく設定された。また、内容的には「7.8 ビーム応用

一般・新技術」とも関連性の高いものであったため、前回に引き続き 7.8 と連続したセッション運営を行った。

#### 「7.6 イオンビーム一般」(オーラル 18 件、ポスター 4 件)

分析装置への応用を目指した各種イオン源および分析手法の開発の活況ぶりと、ビーム照射時の雰囲気制御によって照射領域で生じる化学反応を積極的に利用しようとする新たな照射手法の開発が印象的であった。前者の分析関連では、極浅原子分布分析技術で高深さ分解能 TOF-RBS (飛行時間型ラザフォード後方散乱分光法)、軽元素分析用 TOF-ERDA (弾性反跳粒子検出法)での意欲的な取り組みが紹介された。また、生物系試料、有機物への分析対象の拡張も近年の分析応用での特徴である。重粒子線治療用 PET (ポジトロン断層法)での照射野のリアルタイムイメージングを目指した炭素イオンの高効率発生装置の開発、クラスターイオンビーム源を用いたアミノ酸分子の SIMS (2 次イオン質量分析法)はその典型的な例である。後者の雰囲気制御イオン照射では、Cu パターンエッチングのための反応脱離物の基礎的な計測から、実際のエッチング例までが紹介された。また、MALDI-MS (マトリクス支援レーザー脱離イオン化質量分析法)に対応するような、試料に目的分子のイオン化を促進する化学物質を添加することで 2 次イオン収率を高めた、高速重イオンを一次プローブとした SIMS 法が注目された。その他、イオン源開発では、FIB (集束イオンビーム)装置用イオン源としての電界電離 He イオンビームの電流値増加に向けた地道で着実な成果が注目された。また難加工材料の加工用ガスクラスターイオンビーム源が実用化フェーズに入っており印象的であった。ナノ構造の形成・表面改質・成膜関連では、ナノ構造を用いた透明フレキシブル電極の作製、イオン液体イオンビームを用いた炭素系薄膜の作製などで活発な議論が行われた。

#### 「7.7 微小電子源」(オーラル 16 件)

ダイヤモンド、CNT、a-C:H 等の炭素系カソードの発表が 6 件を占めており、電子放出材料として改めて注目されていた。また新しいカソード材料として、プラセオジウム酸化物被覆されたタングステンチップの仕事関数が ZrO/W より低くなる事が示された。アプリケーションとして撮像管用の a-Se 膜や読み取り用のダブルゲート FEA の報告がされるなど、活発な議論が行われた。

#### 「7.8 ビーム応用一般・新技術」(分科内招待講演 1 件、オーラル 4 件)

分科内招待講演として大阪大学の弘中氏による超高出力レーザーを用いた固体粒子加速技術に関する講演が行われ、最近の研究成果がまとめて報告された。一般講演では Cs 含有鉍物の放射光分析、機械式冷凍機による超伝導加速空洞の開発、宇宙用 QCM の地上実験手法に関する研究、火星大気シミュレーションのための超熱 CO<sub>2</sub>ビーム形成実験結果等が報告され、フォトン・原子からサブミリサイズの固体に至るまで種々のサイズのビーム発生技術とその応用研究に関わる多彩な報告が行われ、新技術セッションに相応しいものであった。