

7. ビーム応用

「7.1 X線技術」(9件)では、Talbot-Lau 干渉計に基づく X 線位相顕微鏡によりノーマルフォーカス X 線管によっても顕微位相像が得られることが示された。2次元 Talbot-Lau 干渉計による軟骨の可視化などが報告された。焦電性結晶(LiTaO₃)を用いた X 線源の開発では、周期的不安定性と沿面放電との関連等の報告があった。極端紫外光源開発では、波長 40 nm 光源の放射特性、レーザー加熱によるプラズマ温度の最適化やリソグラフィ用として期待される波長 6.7 nm プラズマ光源の 1.8%の変換効率が報告された。

「7.2 電子顕微鏡、評価、測定、分析」(9件)では、優秀論文賞受賞記念講演が行われ、収差補正 STEM を用いた軽元素観察について紹介があった。TEM 観察では低電子線照射による観察法とその応用があり、有機材料や生体材料観察への応用が期待される。また低加速電子を用いた電子回折法についての報告もあり、低照射損傷での構造評価技術は今後ますます重要な研究課題となると思われる。SEM の帯電現象では、試料観察における問題に対し理論的な考察がなされ、具体的な解決法の提案があった。

「7.3 リソグラフィ」(20件)では、東京工芸大学の渋谷真人先生により、「位相シフト法の発明と光学系の結像理論」と題して、第 12 回光・量子エレクトロニクス業績賞(宅間宏賞)受賞記念講演が行われた。EUV では、プラズマ光源、チャック技術、レジスト材料特性評価のほか、干渉露光による hp15nm のパターン形成に関する興味深い報告があった。電子線では、高密度パターン形成、3次元ナノ構造形成、面電子光源の開発等の報告があった。光では、レーザー光源の安定化技術・マスク検査手法から、内面リソグラフィ・レンズアレイ投影露光技術・マイクロリアクタやマイクロレンズの報告があった。

「7.4 ナノインプリント」(21件)では、新しい離型剤としてポリジメチルシロキサン分子膜を利用する試みがあった。ペンタフルオロプロパン(PFP)を利用する UV ナノインプリントでは PFP の影響について樹脂の溶解、重合度、樹脂充填への影響などが検討され、暗視野照明による充填評価から PFP の高い有用性が示された。このほか、雲母原子の配列をガラスインプリントに転写した例や、有機太陽電池材料へのインプリントやその配線パターンをインプリントで作製する報告などがあった。

「7.5 ビーム・光励起表面反応」(7件)では、ガラスやテフロン内部でのイオンビームの集束・偏向効果、イオンビームや低速の酸素原子や酸素分子照射による材料改質や表面酸化過程、核融合炉壁材料表面におけるイオン照射スパッタリング効果の講演があった。これらの講演では、クラスターや多価イオンビームがガラスキャピラリーやテフロン管内をガイドされる現象や有機材料のアニール効果や金属表面での酸化反応過程を観測した結果などが紹介された。

「7.6 イオンビーム一般」(30件)では、(1)イオン源・集光系、及び分析装置関連の装置開発、(2)ナノ構造の形成・表面改質とそれらの物性評価・応用、(3)クラスターイオンビーム技術の基礎と応用に内容は大別された。装置開発では、イオン液体イオン源での多原子

イオンの取り扱いで研究方向が分かれた。弾性反跳粒子検出法(ERDA)による軽元素分析での検出感度の向上、定量性の向上に向けた地道な取り組みが目をつけた。ナノ構造形成・表面改質では単原子イオン、クラスターイオン照射効果が、高速重イオン照射による光学機能付与では表面プラズモン共鳴吸収の観察等、新たな展開が報告された。クラスターイオンビーム技術では、有機試料を対象とした SIMS への応用、高速深掘りマイクロパターンニングの試み等が注目された。

「7.7 微小電子源」(21 件)では、電子顕微鏡用の原子オーダーに先鋭化した電子源や、アナログ回路用電子源、X 線、宇宙応用などに向けた電子源の作製プロセス・電子放出特性の議論がなされた。特に原子オーダーの先端を持つ電子源が着実に進化し、実用化への期待が高まっている。また、ゲート付きの電子源からの電子波の干渉が観測されたという報告が注目を集めた。その他、グラフェンやセラミック材料を電子源に用いる新しい試みや、何層もの集束電極を電子源に一体化するプロセスの改良報告などもあった。

「7.8 ビーム応用一般・新技術」(3 件)では、 aN (アトニュートン) という極微小の X 線放射圧の測定に世界で初めて成功したという興味深い報告があった。X 線放射圧でブラウン運動を変調できることも報告され、X 線自由電子レーザー(XFEL)等の高強度光源を用いた新技術の可能性が示唆された。このほか、カーボンナノチューブ(CNT)冷陰極からの電子線照射金属標的での特性 X 線の発生と消費電力を抑制の可能性、半導体への高エネルギー単一イオン入射位置を高感度・高精度に検出するための技術と発光体に YAG:Ce やダイヤモンドを使うことで良好な位置分解能が得られることが示された。