

7. ビーム応用

産総研 長尾昌善

ビーム応用分科の総講演数は、8つの中分類分科の合計で149件であり、昨年秋の153件と比べほぼ横ばいで推移している。以下に、各中分類分科の講演の様子を報告する。

「7.1 X線技術」(19件)では、焦電性結晶のX線発生に関する基礎的研究や応用に向けた研究、X線顕微鏡用微小電子源開発、X線分光学における様々なアプローチによるQuick計測法の装置開発や応用研究、ゾーンプレート集光素子の新展開を開拓するアイデアとテスト、回折限界結像を目指した硬X線および極紫外線のミラー光学系開発などが報告された。なお、X線源開発に結びつく電子源開発の講演が下記「7.7 微小電子源」の分科でも発表された。

「7.2 電子顕微鏡, 評価, 測定, 分析」(12件)では、低速電子線源に関するハードウェアの進展、および3次元フーリエフィルタリング法および偽像除去法といった解析法における進展が見られた。応用的研究では、STEM-EELSによるLi電子材料中のLi分布の観察について多くの質問が飛び交った。

「7.3 リソグラフィ」(19件)では、参加者は約30名ではあったが、質疑応答は活発に行われた。大学からの講演は、リソグラフィ技術を応用する興味深い研究が多く、実用化を目指した有意義な議論が行われた。また、自己組織化技術を用いた微細化手法やその応用や新規レジスト剥離技術の発表も興味深く、さらに、EUVリソグラフィ技術については、レジスト、現像液等材料開発やコンタミネーションによる光学系の汚染解析、マスクブランク欠陥検査技術、微細ホールパターン形成技術に関する講演が注目された。

「7.4 ナノインプリント」(22件)では、蛍光を呈する光ラジカル系光硬化性樹脂の開発に関して報告があり、蛍光材としてローダミン系が良好な特性を有することを見だし、それを用いた樹脂では発光強度から樹脂膜厚が評価できることが示された。DFBレーザーの回折格子の作製では、ナノインプリントのリバースプロセスを適用し、ドライエッチング条件を最適化することで10nm以下の線幅変化を達成できることが示された。また、温度応答性ポリマーにナノインプリントを適用する例では、ホールのサイズを温度で制御し粒子のトラップ&リリースの機能性を実現していた。このほか、スピコート時の光硬化樹脂の粘度上昇を測定する等の要素技術の検討に関して多数の報告があった。

「7.5 ビーム・光励起表面反応」(13件)では、(1)ナノ構造体に関して、電子線や集束イオンビームを用いた三次元構造体の電気特性や力学特性など、(2)表面反応機構に関して、炭素系薄膜やナノチューブにおける脱離や電子状態変化など、(3)宇宙環境下での反応に関して、原子状酸素及び紫外線誘起反応による高分子材料の劣化機構など、さらに(4)TiAl上の均一なAl酸化膜の形成、超音速分子線による金属微傾斜表面での吸着分子の位置制御、多価イオンあるいはガスクラスターを用いたSIMSの開発など、電子・イオン・原子・光子・プローブといった様々な励起源を用いた表面反応に関する最新成果が報告され、活発な議論が展開された。

「7.6 イオンビーム一般」(34件)は、すべて5分のショート講演付きポスター発表であった。発表件数は例年とほぼ同様であり、内容的には、イオン源・集光系等の装置開発、ナノ構造の形成・表面改質とそれらの物性評価・応用、クラスターイオンビーム技術の基礎と応用に大別された。装置開発では、

高輝度電界電離型希ガスイオン源の開発，集束イオンビームを用いた TOF-RBS 分析の高度化での精力的な取り組みが目をつけた．ナノ構造形成・表面改質では，正・負イオン，金属イオン，集束イオン等によるナノ構造形成と，改質表面の光，磁気，バイオ応用等，幅広い分野での活発な議論がなされた．クラスターイオン関係では，液体，気体クラスターイオンでイオン種の拡充が図られ，それらの照射効果等に関する最新の研究成果が報告された．

「7.7 微小電子源」(26 件)では，高輝度・高偏極率を有する GaAs・GaAsP 超格子結晶スピン偏極(SP)電子源に関する JJAP 論文賞受賞記念講演があった．90%台の偏極率を実現しており，SP-LEEM，SP-SEM 等への応用が期待される．その他，EB リソ・電子顕微鏡・X 線発生・撮像・水素発生など幅広い応用を目指した発表があった．高温環境下でも利用できる増幅器を目指した発表は，これまでありそうでなかった能動素子応用を目指しており，目をつけた．また，単原子電子源からの長時間の安定な電子放出が紹介され，顕微鏡応用が期待された．このほか，イオンビームにより薄膜を変形(曲げ)させ電子源を作製する新しい手法が実用性を伴ってきており注目を集めた．なお，X 線顕微鏡応用，および電子顕微鏡応用を目指した微小電子源の開発に関する報告が，それぞれ 7.1，7.2 の分科でも発表された．

「7.8 ビーム応用一般・新技術」(4 件)では，フェムト秒レーザー照射によるタンパク質結晶核発生，カーボンナノウォール冷陰極を用いた平面型 X 線源の開発，高強度のパルスアルミニウムイオンビーム源の開発などが報告された．特に，収束した陽電子ビームを用いた陽電子寿命測定装置についての報告では，試料中の欠陥濃度を数十 μm の分解能で 3 次元的に計測できることが示され，今後の発展が期待された．

本報告は，羽多野忠(東北大)，山口徹(NTT 物性基礎研)，浅井了(富士通マイクロエレクトロニクス)，廣島洋(産総研)，篠塚雄三(和歌山大)，種村眞幸(名工大)，本橋健次(東洋大)，目良裕(東大)各位のご協力により作成した．