

## 放射線分科会企画

### 「高エネルギーイオンビームを用いたナノ・マイクロ構造創製技術とその応用」

原子力機構 神谷富裕

原子力機構 小嶋拓治

芝浦工業大学 西川宏之

MeV 以上の高エネルギーイオンビームは、数百 keV 以下のイオンビームや、電子線や光とは線質が異なり、物質との相互作用における LET の高さ、飛跡の直進性といった特徴をもつ。現在、これを活かして新しい材料・デバイス開発に結び付けようとする様々な手法・概念に基づく研究開発が開始されている。本シンポジウムでは、マイクロ/ナノビーム技術とこれを用いたイオンビーム描画技術やデバイス応用に向けた加工プロセス技術の開発の現状に加えて、ナノ加工に結びつく材料科学の基礎的研究から、高分子イオン穿孔膜の開発、ナノインプリントへの応用を目指したイオンビームによる金型加工技術の開発など実用的な研究の進展状況が報告され、熱心な討論が行われた。

イントロダクトリートークとして、原子力機構高崎の神谷研究主幹が、イオン照射研究施設 TIARA におけるイオンマイクロビーム技術を中心とする技術開発とその利用研究の現状を紹介した。従来核子当り MeV 以上の高エネルギーイオンビームについては、イオンビーム育種による植物新品種の創出を除いて実用に至ったものがなかった。TIARA における先進的なイオンビーム技術開発と、材料・デバイス分野との融合・連携により、イオンビームと物質との相互作用の特徴を最大限に生かし、従来にないモノづくりの可能性があると述べている。

芝浦工大・西川准教授は、TIARA の軽イオンマイクロビームを利用したプロトンビーム描画 (PBW) 技術の開発とその応用を原子力機構と共同して進めている。講演では、本技術の国際的な現状と、TIARA およびフレキシブル微細加工研究センター (芝浦工大) における研究開発の進捗状況が紹介された。特に、本研究開発では、PBW 技術の産業界への普及を目指しており、高アスペクト比加工性能を生かした電鍍用金型や微生物補集デバイスを試作する取り組みや、利用技術普及のための小型 PBW 装置の開発状況が紹介された。

原子力機構・石井研究副主幹は、マイクロビーム形成装置に関して、従来の磁気レンズによる集束方式とは全く異なる静電場による加速レンズ方式を開発してきた。本方式では、イオンビームの加速と集束を一体として実現するため、システムを大幅に小型化できる可能性がある。講演では、この開発の背景と現状、将来展望とともに、当面の課題である高輝度イオン源の開発に取り組んでいることなどが紹介された。

大阪大・関准教授は、TIARA の重イオン加速器を利用して、さまざまな高分子材料に高エネルギー重イオンを照射してその飛跡に沿った高密度な放射線架橋反応を導入することにより、ナノワイヤの形成実験を行ってきた。講演では、これまでの実験結果から、多種多様なナノワイヤを紹介するとともに、高分子多層膜をレジストとした場合の任意なナノ

構造接合や、ナノワイヤの自己組織化など、最近の実験から得られた新たな知見が紹介された。

原子力機構・前川研究主幹は、高分子膜への放射線照射効果を利用してイオン伝導性を付与した燃料電池隔膜等の機能性薄膜材料の開発を行っている。講演では、高エネルギーイオン照射によるイオントラック及びその周辺のペナンプラ領域におけるエネルギー付与等に因る照射効果、及びそれらの特徴を生かした異方伝導性膜の製作や高アスペクト比のナノ加工技術等とその応用が紹介された。

大阪府大・岡本助教は、電鍍技術を利用して、微細構造体の作製や、電鍍により作成した金型を用いたナノプリント技術の開発を進めている。講演では、集束プロトンビーム描画により製作された微細構造の型と電鍍を用いて高アスペクト比構造を製作する過程において、基板に電気伝導性を確保するシード層の形成、微細構造を正確に転写しかつ欠陥のない電鍍構造を製作するための電鍍時の電流密度分布、及びめっき液の挙動を解析した研究結果が紹介された。

産総研・粟津チーム長は、ガラス中に埋め込まれた金属ナノ粒子が MeV クラスの高エネルギーイオンビーム照射により照射方向に延伸する現象について、イオン照射による熱スパイクモデルに基づいてメカニズムを解明する研究をすすめている。講演では、この研究内容とともに、この現象を負の屈折率を有するフォトニクスデバイス創製につなげる応用が紹介された。

最後に、ご多忙の折、また当日の悪天候にも関わらず、貴重な研究成果等に関するご講演をされた講師の方と、ご参加ご議論いただいた研究者の方々に深くお礼を申し上げます。今後、これを契機として、この分野の研究がより大きな広がりを持って展開し、新たな産業の創出に結びつくことを期待したい。