

粒子線を利用したマイクロ加工

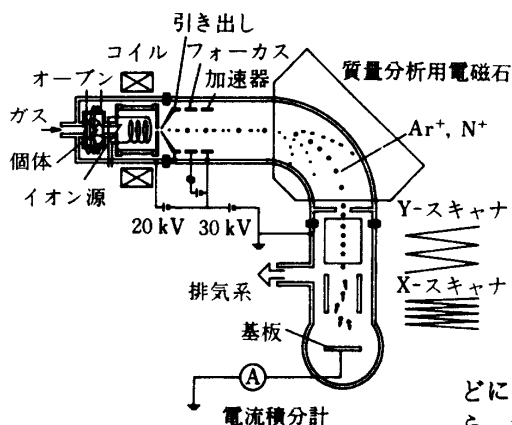
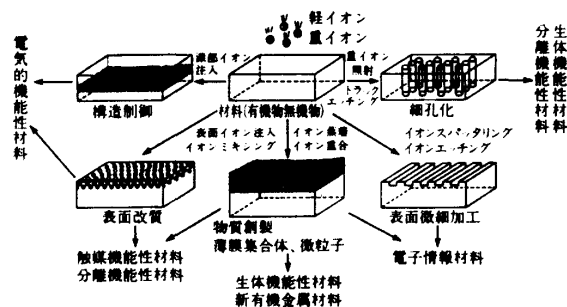


図1 イオン注入装置

機械工学の設計の分野で、マイクロコンピュータが第6の機械要素として認識されるようになり、また最近では量子力学が第5の力学として認められようとしている。プラズマは固体、液体、気体につぐ第4の物質状態であり、プラズマという非平衡相を扱い、新材料、新技術が求められる時代が来ようとしている。プラズマやイオンを利用した表面処理法は、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング、イオン注入が利用されてきているが、粒子の運動エネルギーは、真空蒸着では0.1 eV~10 eV「ほこりを積もらせる」、スパッタリングでは、~100 eV「叩き出す」、イオンプレーティングでは、300 eV~8 keV「加速する」である。イオン注入は、イオンを電界で加速し、積極的に物質中に「押し込む」手法であり、最も過激な方法といえる。イオン注入法は、注入エネルギーとして10 keVから300 keV程度までの範囲であり、これはちょうど電子顕微鏡の電圧範囲である。この注入エネルギーでは、イオンの侵入深さは~1 μmぐらいである。図1に我々の使用しているイオン注入装置(50 kV)を例に示す。イオンの素(もと)となる元素は、ガスまたは気化しやすい物質形としてイオン源に送られる。ここでは直流、RF、マイクロ波な

どによる放電により、中性原子から、電子を(1個)取り去り、陽イオンとする。このプラズマ状態から、負の引出電圧(20 kV)でイオンを取り出し、フォーカス、加速し、磁場によってある特定の質量と電荷を持ったイオンのみが決められた半径で回り、選別され、注入される。X-Yスキャナはちょうどブラウン管オシロスコープと同じ様に垂直、水平方向にそれぞれ対電極が2組あり、この電極電圧を走査することによって、希望するパターンでイオンを基板に照射できる。イオン注入による効果を分類すると、1) 物質注入、2) 欠陥導入、3) スパッタリング、4) 化学反応、熱反応エネルギー注入などがある。加工方法としてみると、1) の物質注入による方法は、例えばAlにNを注入し、ある部分を窒化してやり、その後で化学的にエッチングをする方法がある。2) の欠陥導入も、欠陥によってエッチング速度に違いがでることによって選択エッチングできる。スパッタリング効果は表面からの加工であり、イオン注入は粒子の量が少ないため、他の方法がよい。エネルギーの選択的な注入としては、例えば、薄膜を付けた基板(素材)に注入し、基板との境界面で薄膜層の物質と基板層の物質のミキシングを起こさせたり、化学反応させて、はく離させる方法が期待される。プラズマエッチング法や反応性イオンエッチング法も可能であろう。

最近、日本原子力研究所高崎研



日本原子力研究所高崎研究所「放射線高度利用研究のねらい」より転載

図2 イオンビームによる加工・新機能材料の研究

究所では、放射線高度利用研究としてイオンビーム技術、耐放射線性極限材料、バイオ技術、新機能材料にわけて研究計画を進めている。この中でイオン照射研究用として(1) 高エネルギーイオン(p 90 MeV, 30 μA, Ar 700 MeV, 5 μA など)、(2) 中エネルギー重イオン(Au 9 MeV, 10 μA, Ni 15 MeV, 5 μA など)、(3) 中エネルギー軽イオン(d 3 MeV, 150 μA, p 3 MeV, 300 μA など)、(4) 低エネルギー重イオン(Au Ni 400 keV, 30 μA など)の4台のイオン照射装置が設置の予定である。これらのイオン源は図2に示すように、細孔化、表面微細加工、物質創製薄膜集合体、微粒子、表面改質構造制御などの応用が考えられている。またマイクロイオンビームとして、1 μmのビームサイズで10 p·pA/(μm)²の電流値のものが、試作計画されている。また同じ計画のなかには、筆者が作業部会委員をしている陽電子ビーム工場(源)計画もあり、時代は反物質さえも、粒子線として我々が利用できるようになりつつある。このように、粒子線の新しい利用と、加工や新材料の研究の機会が、いろいろな所で生まれようとしている。これは研究室レベルよりひとまわり大掛かりな装置であるが、大いに共同利用していかなければならない。加工の専門の方や、我々機械材料の者は、積極的に参加していきたい分野である。

〔鈴木泰之 三重大学工学部〕

(原稿受付 1990年9月25日)