

菅 井 秀 郎

名大院工

SUGAI Hideo

Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University

本講演では、21世紀COEプログラム“Plasma-Nano”(略称)のもとに、プラズマの産業応用の基礎研究を進めている名大プラズマグループの最新成果をいくつか紹介する。

### 求められるプラズマ技術の進化

プラズマテレビの普及で一躍「プラズマ」は市民権を得た。しかし、市場規模から見れば、産業界におけるプラズマの寄与は半導体製造における微細加工技術が最も高く評価される。その重要性から、プラズマ技術に対して超微細化と低損傷化のイノベーションがますます強く求められている。この極限的ナノテクノロジー技術を要するマイクロエレクトロニクス分野に加えて、大型画面の液晶テレビや太陽電池等のジャイアントエレクトロニクス分野では、メートル級の超大型プラズマの開発が求められている。さらに近年、新規分野へのプラズマ応用の動きが急である。例えば、生体・医療分野における表面改質・DNA検査・微量分析、繊維・プラスチック等の材料表面処理、産業廃棄物等の無害化処理等へのプラズマ応用が注目されている。これらの応用においては大気圧程度の高圧力プラズマが適しており、未開拓の学術研究との新技術開発が求められている。プラズマ技術は、プラズマ生成法、プラズマ診断法、プラズマ応用法の三要素からなっている。名大COEの“Plasma-Nano”では、主に と の基盤技術の研究開発を進めている。

### 新しいプラズマ源の開発

メートル級プラズマの開発: 液晶や太陽電池を始めとしてメートル級の大面積プロセスに対する需要が急増している。従来のRF容量結合プラズマでは達成できないような高密度・一様プラズマを、マイクロ波放電で生成することに我々は成功した。この技術は、エレクトロニク産業だけでなく、プラスチックの表面処理や有害ガス処理の高スループット化等への応用も期待される。

マグネトロンプラズマを見直す: 薄膜のスパッタ製膜にはマグネトロンプラズマが古くから利用されている。多層磁性薄膜デバイス等の性能向上につれて、原子スケールの滑らかな高品質界面が必要とされるが、スパッタ膜の損傷と界面劣化が問題となっている。我々はその原因を解明するため、レーザーと質量分析の最新技術を用いてプラズマ診断を行った。その結果、これまで見逃されてきた高速中性粒子の存在が明らかになり、それらが膜質劣化をもたらすことが判明した。

大気圧・非平衡プラズマの生成: コロナ放電に代表される大気圧の非平衡プラズマは、直流放電や誘電体バリヤ放電で作られてきた。最近、狭ギャップのマクロ波放電を利用することによって、より制御された大気圧・非平衡プラズマの生成が可能になり、真空紫外光源やエッチングへの応用が期待されている。

### 新しいプラズマ診断技術の開発

加工精度がナノスケールから原子スケールに向かうにつれ、プラズマの安定性や密度分布の均一性が厳しく求められている。すなわち、再現性の高い大面積・高精細加工を実現するには、プラズマのその場モニタリングとフィードバック制御が不可欠である。そこで我々は、従来不可能であった実プロセスの電子密度を正確に測定する表面波プローブ法を開発した。また、プラズマ中の原子状ラジカルを吸収分光により測定するコンパクトなモニタリング法を開発した。一方、低密度プラズマにも適用できる高感度トムソン散乱法の開発に成功し、電子エネルギー分布関数測定への応用が始まっている。