

電子・情報工学専攻	学籍番号	023326	指導 教員	滝川 浩史 長尾 雅行
申請者 氏名	志岐 肇			

論文要旨 (博士)

論文題目	大気圧メゾプラズマシステムの開発と応用
------	---------------------

(要旨 1,200 字程度)

大気圧プラズマは、プラズマの発生に真空装置が不要なため、装置コストが安く、連続処理が可能であり、また、プラズマ密度が高いため、処理速度が早いなど、工業的に多くのメリットがある。従来、大気圧プラズマとして、大電流・大電力を用いて発生する高温の熱プラズマと、低電流・低電力の交流・高周波で発生する低温（室温）プラズマが知られている。一方、近年これらの中間の温度（室温付近から 1,000℃）を発生する大気圧メゾプラズマの開発が進められている。大気圧メゾプラズマの発生にはパルスアーク放電が利用され、大気圧パルスアークを用いてプラズマジェットを得るプラズマヘッドの方式として、グライディングアークと PEN-Jet の 2 種類がある。本研究では大気圧メゾプラズマヘッドと同制御装置からなる大気圧メゾプラズマシステムの開発とその応用について研究を推進した。

まず、大気圧メゾプラズマヘッドの開発において、電極耐久性の向上、および電極損耗時に副生する電極由来微粒子（ドロップレット）量の低減を目的とし、損耗量の少ない電極材料の探究を行った。損耗が最も少なく、電極材料として適していたのは Pt-Rh (Rh: 30wt%) 合金であった。一方、大気圧メゾプラズマにおける電極損耗現象として、蒸発損耗、火花損耗、および酸化風食損耗の 3 種類があることを明らかにした。

次に、安価な大気圧メゾプラズマシステムの実現に向け、1 台の電源から複数の大気圧メゾプラズマを同時に発生させるマルチ化技術を開発した。この技術は二つの要素からなる。一つは、プラズマ発生回路に直列にインダクタンスとキャパシタンスを接続することであり、もう一つは、高電圧変圧器の二次側を多相化することである。この技術を利用した例として、4 本の内部電極を持ち、それぞれの電極から同時にパルスアーク放電を発生させ、1 個の合成したプラズマジェットを発生させる高出力型 PEN-Jet (4-in-1 PEN-Jet) を開発した。

マルチ化技術を用いて複数の大気圧メゾプラズマを発生する際、それぞれのプラズマ出力が均一にならず、均一なプラズマ処理ができない場合があった。そこで、各々のプラズマ発生回路に可変インダクタンスを直列に接続し、インダクタンスの値を調節することでプラズマ出力を個々に制御する出力バランスを開発した。同バランスを用いることで、2 台の PEN-Jet をバランスさせることができた。また、4-in-1 PEN-Jet において、4 本の内部電極のうち 1 本が赤熱している場合に同バランスを用いることで、その赤熱を抑えることができた。

大気圧メゾプラズマの応用として、透明導電膜の焼結やアルミ合金表面に残留した切削油の除去を行った。透明導電膜の焼結では、微量水素添加窒素を動作ガスとし、導電性表面処理用として特に開発したグライディングアークを用いることで、従来法より焼結温度を 140℃下げることができた。また、切削油除去に関しては、高出力 PEN-Jet を照射することで、基板上の切削油を除去し、シリコンシーラントとの接着力を確保することができた。