

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 パルスパワー技術の医療機器及び環境浄化への応用に関する研究

(Research about application of pulse power technology for medical device and environmental purification)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学 専攻 衝撃エネルギー科学講座 講座

(主任指導 秋山秀典 教授)

論文提出者 境 俊典

(by Shunsuke Sakai)

主論文要旨

(1) パルスパワー技術の医療機器への応用

放電はその印加電圧、電圧の印加時間により、様々な現象を引き起こす。例えば、大気圧空気中において、1cm 間隔のギャップスイッチへ 30kV の電圧を印加するとスパーク（火花）放電が開始される。スパーク放電では、ストリーマ放電によりプラズマの形成を開始する。時間の経過と共に、放電路のインピーダンスが減少するのに伴ってグロープラズマが形成された後、インピーダンスは更に減少する。この結果、最終的にはアークプラズマの形成に至る。アークプラズマは、大電流と高いプラズマ温度を特徴としている。

自然界のアークプラズマとして代表的な雷は、大気中の窒素 (N_2) と酸素 (O_2) から一酸化窒素 (NO) を生成するといわれている。NO は、生体内で血管内皮由来血管弛緩因子として働くことが知られており、近年海外では重度の呼吸器系疾患患者に対して NO 吸入療法として実用化されている。本論文では、コスト・利便性の観点からパルスアークプラズマを用い、空気原料から NO を生成する手法を提案している。

実際に医療用の NO 生成装置を開発するためには、パルスアークプラズマの特性を把握する必要がある。このため、第 2 章では気体中パルスアーク放電の特性と題し、放電光のストリーク分光測定実験を行っている。この結果、パルスアークプラズマ中のプラズマ温度は 10000K 以上に達することが明らかとなった。また、放電の開始とともに、NO- γ システム由来のスペクトル（放電プラズマ中に NO が存在すると観測されることが知られている）も確認され、パルスアーク放電により空気原料から NO が生成されている事が確認された。

これらの結果を踏まえ、第 3 章では医療用一酸化窒素発生器の開発と題して、NO 発生器の小型試作機を作成している。試作機を作成するにあたり、放電条件最適化のため、充電電圧の極性、パルスアークプラズマのパルス印加電圧及び印加周波数と NO 及び NO_2 の

関係について調査を行った。この結果、パルス印加周波数を増加させることで生成されるNOの濃度は増加することが確認された。理由としては、原料となるN₂及びO₂とプラズマの接触時間が増えることが考えられる。また、NOが増加することによりO₂による酸化等の反応が増え、NO₂の生成量も増加するが、パルス印加周波数の増大に伴い、NOの生成割合は一定の値に収束する傾向も確認された。開発した試作機の評価試験として、生成濃度や繰り返し安定性の試験、及び長時間耐久試験を行った。また、生成ガスの定性分析を行い、生成されたNO由来のNO₂以外の有毒物質が存在しないことが確認された。

(2) パルスパワー技術の環境浄化への応用

水は我々が生活していくのに欠かすことのできない有限な資源である。しかしながら、近年では生活の利便化・急速な産業発達に伴い世界的に水環境の汚染が深刻化している。一例としては、ダム等の湖沼で発生するアオコ被害などが挙げられる。アオコは細胞内に毒性を持ち、飲用として利用される場所でのアオコ被害は特に深刻な問題であり、このような問題を解決するため、本論分では水中ストリーマ状放電の利用による湖沼の浄化方法を提案している。

水中における放電特性を把握するため、第4章では水中ストリーマ状放電の特性と題して、水素のH α 線のシュタルク広がりを用いた水中パルス放電プラズマ中の電子密度計測、銅の発光スペクトルを用いた線対法によるプラズマ温度計測を行っている。この結果、電極近傍のストリーマ状放電プラズマ電子密度は、およそ 10^{18} /cm³ である事が、プラズマ温度はおよそ 15000K であることがそれぞれ確認された。これらの結果より、電極近傍の水中ストリーマ状放電プラズマは熱平衡プラズマが支配的であると考えられる。

第5章では、水中ストリーマ状放電を用いた湖沼の浄化と題し、水中ストリーマ状放電がアオコへ与える影響について調査した。その結果、放電の印加を受けたアオコは沈殿し、時間の経過により死滅することが確認された。