

専攻	総合エネルギー工学	学籍番号	893312	指導教官氏名	水野 彰教授	
申請者氏名	清水 一男				小崎正光教授	
					榊原建樹教授	

論文要旨

論文題目	Gas Treatment Utilizing Pulsed Discharge Plasma (放電プラズマを用いるガス浄化の研究)
------	--

(要旨 和文 1,200字程度)

(1)

本論文は放電プラズマを用いた有害ガス(主にNOx)浄化の研究結果を報告するものである。

直流コロナ放電に対するパルスストリーマ放電の優位性の一つは電子の持つエネルギーを他の中性ガス分子のエネルギーと比較して高くできることである。本研究では電子のエネルギーをパルス放電時の電子電流の測定および窒素の2nd positive band (337.1 nm)の発光分析から調べた。電子電流の測定は窒素ガス、メタンガス中で行い、これらから低エネルギー電子の存在が確認できた。

窒素ガス中の発光分析からはプラズマ化学反応を誘起、促進するための活性ラジカルを生成するために十分なエネルギー(十数eV程度)を持つ高エネルギー電子が存在することが確認できた。発光強度の変化から非熱平衡プラズマ中のE/N(Eは電界強度、Nはガス密度)により大きく影響を受けることも認められた。パルスストリーマ放電中では大気圧下での平均電界強度10 kV/cm以上(平均E/N値40 Td)の高電界が得られ、これを直流コロナ放電で得ることは困難である。また、パルスストリーマ放電が直流コロナ放電に比べてはるかに広い空間をプラズマ化できるという優位性を、空気を用いてオゾン濃度の分布を測定することで実験的に評価している。

本ガス浄化を実用化するためには、放電電力の低減化、 $\text{NO}_x$ 除去反応の一層の促進が必要であり、乾式、半湿式、湿式、極低温反応器などの非熱平衡プラズマ反応器およびオゾン注入法の特徴を調べた。また、ガス温度やガス組成などにおける $\text{NO}_x$ 除去時のエネルギー消費低減化の条件を実験的に検討した。その結果、エチレンの添加が $\text{NO}$ の酸化反応を大幅に促進すること、湿式反応器が放電プラズマ中で $\text{NO}_x$ の吸収除去を促進すること等を見出し、これによりガス浄化のエネルギー効率を高く出来ることを示している。

放電プラズマ中での $\text{NO}_x$ 除去反応プロセスにおける炭化水素化合物および水蒸気濃度の影響を実験的に調べるとともに、反応副生成物の同定を行ない、有害な物質を生成しないことを確認している。炭化水素化合物（エチレン）添加時、および無添加時の放電副生成物をFTIRにより分析したところ、比放電電力が高く（ $300 \text{ J/g}$ 程度）長時間の放電プラズマ処理では酢酸（ $\text{CH}_3\text{COOH}$ ）が認められた。比放電電力の低い場合（ $30 \text{ J/g}$ 程度）は副生成物としてアセトアルデヒド（ $\text{CH}_3\text{CHO}$ ）およびホルムアルデヒド（ $\text{HCHO}$ ）が認められた。これらの存在から、 $\text{NO}_x$ 除去は炭化水素化合物のプラズマ化学反応過程中に生成する活性ラジカル（ $\text{OH}$ 、 $\text{HO}_2$ など）の再生産により促進されると考えられる。

パルス電圧印加の湿式反応器を用いることで、 $\text{NO}_x$ 除去効率（ $80\%$ ）ならびに比放電電力（ $120 \text{ J/g}$ 以下）を実用的なレベルとすることが可能であることを示した。