

Title	無声放電式オゾン発生器のオゾン発生特性に関する研究
Author(s)	北山, 二郎
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45942
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	北山 二郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19564 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学位論文名	無声放電式オゾン発生器のオゾン発生特性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 孝雄 (副査) 教授 木本日出夫 教授 辻本 良信 助教授 田原 弘一

論文内容の要旨

オゾンは強力な酸化力により殺菌、消臭、脱色などの複合効果を有するので、近年では上水、下水の水処理分野から、製紙、半導体分野へと適用が拡大されている。これらの新しい適用分野については、従来よりも高濃度・大容量のオゾンが必要とされるが、オゾンの製造コストは高く、より一層の性能向上が望まれている。

本研究では、酸素および空気を原料ガスとする無声放電式オゾン発生器に対し、オゾン生成/分解機構を理論検討と実験評価を通して明確にし、オゾン生成に関する新たな解析モデルを提唱した。そして、放電ギャップ長やガス圧力をはじめとする動作条件がオゾン発生特性に与える影響に対して十分な定量的議論を与えるとともに、性能向上の指針を得ることを目的としている。実験では、従来の円筒型オゾン発生器に加えて、0.1 mm 級の狭ギャップを高精度に形成できる新構造の平板型オゾン発生器を開発した。このオゾン発生器により、これまでに報告のない極めて狭い放電ギャップにおけるオゾン発生特性を明らかにした。本研究による主要な結果は以下のとおりである。

酸素を原料ガスとするオゾン発生器において、狭ギャップ放電が、オゾンの電子衝突解離反応を抑制し、オゾン濃度を飛躍的に向上できることを明らかにした。また、0.1 mm 級の狭放電ギャップオゾン発生器で 300 g/Nm³ を超える高濃度オゾンの生成を実現し、酸素を原料ガスとするオゾン発生器の性能を大きく向上させた。

空気を原料とする場合には、ガス温度を低く保つとともに電界強度を適正化することが高効率オゾン発生に重要である。すなわち、狭放電ギャップと適正化された高ガス圧力での動作が高効率オゾン発生に有効であることを明らかにした。

本研究により、オゾンの電子衝突解離速度の電子エネルギー依存性を考慮した新たなオゾン生成/分解過程に関する反応モデルを構築し、オゾン発生特性に与える動作パラメータの影響について定量的な説明を与えることができた。

論文審査の結果の要旨

無声放電式オゾン発生器におけるオゾン生成・分解過程について検討した論文は多く存在するが、電子衝突によるオゾンの解離の実効速度を放電空間の電界強度と関連付けて議論された報告はない。本論文は、理論、実験を通じた検討からオゾンの電子衝突解離速度が電界強度に強く依存することを究明し、無声放電場におけるオゾンの解離速度

を推定して、種々の動作パラメータが与えるオゾン発生特性への影響を定量的に評価したものである。

本論文では、従来よりも一桁小さな 0.1 mm 以下という狭い放電ギャップを有するオゾン発生器を新たに開発し、狭ギャップ放電によって従来のオゾン発生器に対して約 3 倍の電界強度を有する放電場が形成されることを明らかにしている。この結果とオゾンの解離反応が低エネルギー電子との衝突により促進されるという事実から、狭ギャップ放電がオゾンの電子衝突解離反応を抑制し、オゾン濃度を飛躍的に向上できることを実証している。特に、放電ギャップ長を 50 μm とした平板型オゾン発生器を用いて、300 g/Nm^3 を超える高濃度オゾンの生成を世界で初めて実現し、酸素を原料ガスとするオゾン発生器の性能を飛躍的に向上させている。

また、従来のオゾン生成・分解モデルに加えて、オゾンの電子衝突解離速度の電界強度依存性を考慮した新たな解析モデルを構築し、このモデルによる解析結果と実験結果との検証を行っている。実験では、放電ギャップ長、ガス圧力、放電電力密度や冷却水温度といった動作パラメータが与えるオゾン発生特性への影響を明らかにしており、本モデルによる解析結果は実験結果と定量的に良い一致を与えることを確認している。

以上のように、本論文は無声放電式オゾン発生器におけるオゾン生成/分解過程と動作パラメータのオゾン発生特性に与える影響を解明して、オゾン発生器の性能向上に対する指針を明確にしたものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。