

研究主論文抄録

論文題目

誘電体を用いないパルスパワー方式小型オゾンナイザの開発 (The development of compact pulsed power ozonizer without dielectric barrier)

論文提出者 田中 文章

(by Fumiaki Tanaka)

主論文要旨

《本文》

オゾンは、上下水道施設やパルプ漂白工場、半導体工場など、幅広い分野に於いて利用されている。また、オゾンの利用は残留性が少ない事や高い反応性などから更なる導入の促進や新たな応用法などが考案されている。そのため、研究分野に於いても更なるオゾン収率の向上を目標とした様々な方式の研究が現在も行なわれている。これらの研究の結果、現在の一般的なオゾンナイザは、電極間ギャップが 1mm ~ μm オーダーと非常に小さなギャップを用いた誘電体バリア放電を利用した方式である。これら一般的なオゾンナイザは、先に述べたように上下水道施設や工場で用いる為、酸素発生装置や巨大なリアクタを持つ大規模なプラントとして作製、設置されるのが常である。また、殺菌や脱臭などの分野に於いては、酸素原料の小型オゾンナイザもよく利用される。

これらの応用に加え、近年、排気ガス処理にオゾンを利用する事が考案されている。これは、主にディーゼルエンジンの排気ガスに含まれる粒子状物質 (PM : Particulate Matter) を浄化するために、DPF (diesel particulate filter) のような触媒にオゾンを添加する方式である。この PM は大気汚染の原因で呼吸器疾患や発がん性など指摘されており、厳しい環境規制がなされている。

ディーゼルエンジンとは、鉄道や船舶や自動車などの動力源として用いられる動力源である。これは、自動車によく用いられているガソリンエンジンと比較して一般に効率が良い事が知られている。しかし、排気ガスの問題から日本やアメリカなどの自動車にはあまり搭載されない。また、その他の鉄道や船舶など他の応用例に於いても今後排気ガス規制がより厳しいものになる可能性がある為、PM の浄化問題は急務である。

このようにディーゼルエンジンの浄化法が確立され、絶対数の多いガソリン車がディーゼル車に置き換えられる事が進めば、CO₂ 削減などに多大な影響を与え、地球温暖化などの阻止に大きな影響を与えられると考えられる。

現在、この浄化法に於いて、添加するオゾンを発生させるオゾンナイザが問題となっている。これは、現在までに研究されているオゾンナイザと排気ガス浄化に求められるオゾンナイ

ザの性能の方向性が異なるためである。はじめに述べたように、工場で用いられるオゾナイザでは、サイズや重量よりオゾン発生効率が優先される。しかし、排気ガス浄化に於いては、オゾンの貯蔵システムは難しい為、自動車のような移動体にオゾナイザを搭載し発生させる必要がある。そのため、オゾナイザは耐久性に優れ、小型である必要がある。また、移動体に搭載するに当り、酸素ポンベの積載は難しい為、空気原料である方が望ましい。

これらの事から、現在の工場などで用いられているオゾナイザを小型化し、空気原料を用いてオゾンが発生させる事は難しい。また、現在、研究などで用いられている小型オゾナイザは効率が良くないため、これを改良し、必要なオゾン量を発生させる事も難しい。

このように、現在、一般的なオゾナイザとは方向性の異なる、小型、高耐久性の空気原料のオゾナイザが必要とされている。

本論文の目的は、耐久性低下の原因となる可能性のある誘電体を用いずに、車載可能な小型かつ排気ガス浄化に必要なオゾン量を生成できるオゾナイザの開発である。

このようなオゾナイザを可能とするために、オゾナイザの電源にパルスパワー電源を用いている。パルスパワー電源を用いる利点として、オゾナイザにおけるオゾン発生量の極端な低下の原因となるアーク放電を誘電体なしで防ぐ事ができる点にある。これは、パルスパワー電源により印加される電圧が、アーク放電に移行する前に終了するためである。このほかに、高電圧を印加し、オゾンを作成するリアクタに線対平板方式の電極を採用している。これは、容易な構造で小型かつ放電領域を広くするために用いている。

本論文は、7つの章により構成されている。

第1章では、オゾンの特性及び現在の代表的な応用例と研究背景について述べる。

第2章では、研究で用いたパルスパワー方式オゾナイザの主なモジュールを形成するパルス電源構成やその基本理論及びオゾン生成リアクタについて述べる。

第3章では、基本的なパルスパワー方式オゾン発生システムにおける、充電電圧特性、繰り返し周波数特性、ガス流量特性の基礎特性について述べる。

第4章では、オゾンリアクタの形状を決定に必要な電極間隔やワイヤー直径、ワイヤー本数のオゾン生成に与える影響について述べる。

第5章では、ピーキングキャパシタや原料ガスの状態など、その他のパラメータがオゾン生成に与える影響について述べる。

第6章では、放電安定性の向上に向けての取り組みについて述べる。

第7章に於いてこれまでの総括を行なった。

巻末には本研究でご指導頂いた先生方や学生の方々への謝辞を記載した。