

## 審査の結果の要旨

氏名 金 學 俊

本論文は、Study on novel electrostatic precipitators for fine particle removal in industry-exhaust gases and indoor air（産業排出ガス中並びに室内空気中の微粒子除去用電気集塵装置の研究）と題し、工場から排出される様々な化学物質（酸化性の強いものなど）を含んだ産業排気ガス、導電性の高いカーボンを含んだ排気ガスを清浄化できる電気集塵装置、あるいは大型店舗やオフィスなど比較的大規模な室内空気に含まれる微小な微粒子までも安定に除去することが可能な電気集塵装置の開発研究で、全体で8章から構成されている。

第1章は、序論であって、まず工場排出ガスや室内空気に含まれる粒子状汚染物質を除去する目的で使用されているバグフィルター、濾布などのフィルター、サイクロン、スクラバーなどの機械的集塵方式と電気集塵装置とを詳細に比較検討し、後者が、本質的には、圧力損失が少なく、広範囲のダスト粒子径に対して優れた集塵性能が期待できることを示している。また最近、一段と厳しくなった規制に対応して、サブミクロンサイズの微粒子を効率よく集塵できる装置の開発の必要性について述べている。

第2章では、粒子捕集モデルと粒子帯電モデルを説明している。従来の粒径の大きな粒子捕集に適用できる電界帯電モデルの限界を示し、サブミクロン粒子を含めた電気集塵装置には、拡散帯電モデルと電界帯電モデルを組み合わせたモデルが必要であることを示している。

第3章は、非金属電気集塵装置の開発について記述したものである。半導体製造工場、液晶表示パネル製造工場などでは、極めて高レベルでの清浄度が要求されている。同時に、工場内部では様々な腐食性ガスを使用していることも多く、電気集塵装置本体においても金属露出部分をなくしたいとの要望が強い。本研究では、放電極に、腐食性の少ない炭素繊維を用い、FRPで絶縁すると共に、集塵極としてもプラスチックコーティングした金属板を用いた電気集塵装置で、各種条件下での荷電性能と集塵性能評価を行い、それらの結果を基に、1時間当たり処理能力  $3,000\text{m}^3$  のパイロット非金属電気集塵装置を試作して現場検証を行い、微粒子で95%以上の除去性能があることを確認している。

第 4 章では、石炭ガス化プラント排出ガスを有効に除去する目的で、水の消費量を抑えた新型水膜式電気集塵装置の開発過程を記述している。特徴は、集塵極板にナノ粒子コーティングとサンドブラストを施すことで親水性の向上を図り、微量の水（1 分当たり 1 L/m<sup>2</sup>）で長時間安定に運転可能なこと、数十 nm の粒子まで効率よく除去できることなどを実証したものである。

第 5 章は、ディーゼルスーツ用電気集塵装置の開発である。電気集塵装置の後段に金属フィルターを設けることで、再飛散したカーボンスーツを効率よく除去できるシステムを研究している。再飛散カーボンは電気集塵装置内部での凝集効果で粒径が大きくなっているため、圧損の少ない金属フィルターを組み合わせるとヨーロッパの厳しいディーゼルスーツ規制にも対応できることを実証している。電極の汚染による放電を防ぐため、シーシエアによる絶縁保護技術も同時に開発している。

第 6 章では、デパート、大型コンビニエントストア、さらには大型オフィスなどの空気環境を浄化する電気集塵装置の開発研究について記述している。環境問題から、正極性放電極を用いると共に、放電極に従来の金属電極の代わりに炭素繊維を用い、荷電部と集塵部を分離した 2 段式電気集塵方式を提案している。その結果、オゾン排出量が 10ppb 以下と大幅に低減可能なことを実証し、その裏付けの検討も行っている。処理能力も毎分 12m<sup>3</sup> と極めて高い大型電気集塵装置を開発している。

第 7 章では、室内空気のアレルギー粒子捕集を行っている。本研究で開発した電気集塵方式は除湿機の 4 倍、空調機の 7 倍アレルギー粒子の除去性能が高く、HEPA フィルターと同程度の性能を持つことを示している。

第 8 章は結論で、本研究で得られた成果をまとめている。

以上これを要するに、本研究は、腐食性ガスの多い半導体産業等での工場排気ガス、カーボンスーツなど導電性ナノ微粒子を含む排気ガス、あるいは、オゾン発生の抑制が必要とされる居室空間などを対象としたサブミクロン微粒子除去用電気集塵装置を開発してその性能を実験的に検証し、従来から用いられている電界帯電モデルに、微小粒子を考慮する上で必要な拡散帯電モデルを組み合わせたモデルによって、各種実験での集塵性能が説明できることを証明したもので、電気工学、特に、環境改善分野での貢献が少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。