

# Development of Recovery System for VOC Vapors by Ion-Induced Nucleation

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-11-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 江見, 準, Emi, Hitoshi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00048950">https://doi.org/10.24517/00048950</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



KAKEN

1996

53

# イオン核生成による微量揮発性有機物質 (VOC) の分離・回収システムの開発

(課題番号 07555235)

平成7年度～平成8年度科学研究費補助金 (基礎研究(A)(1))  
研究成果報告書

平成9年3月

研究代表者 江見 準

(金沢大学工学部教授)

## は し が き

半導体製造工場では、基板の洗浄にオゾン層破壊の原因物質であるトリクロロエチレンや四塩化炭素、フロンなどの揮発性有機物質を用いており、その処理が問題となっている。現在行われている研究のほとんどは、電子線ビームや低温プラズマ、沿面コロナ放電等でラジカルを発生し、VOC分子を分解する方法である。しかしながら、ラジカル反応は非常に複雑で、制御が困難なため、処理をするガスの状態によっては全く効果が無かったり、逆に有害な物質を生成するなど、まだ未解明な点が多い。本研究で開発を目指す揮発性有機物質(VOC)分離・回収システムの原理は、(1)電子が活性分子に選択的に付着する性質(選択付着)を利用し、VOC分子に電荷を与え、(2)生成したVOCイオンがその電気エネルギーにより水分子を引き寄せる性質(イオン核生成)により、イオンをサブミクロン粒子にまで成長し、微粒子化する。(3)この粒子は、電荷を持つため電界により容易に捕集される。このとき捕集部がVOCの融点より低い温度にあると、VOCは再蒸発することなく捕集部に保持され、さらに、(4)捕集部を真空場で昇温と、VOCは沸点に応じて蒸発し、分別回収されるというものである。したがって、システムは(1)電子付着装置(イオン化装置)、(2)イオン核凝縮装置(微粒子化装置)、(3)静電捕集装置より構成される。

本研究では、数ppmの四塩化炭素(CTC)をイオン核生成により微粒子化して除去するシステムの開発を目指す。



8000-55253-1

金沢大学附属図書館

## 研究組織

研究代表者： 江 見 準 (金沢大学工学部教授)  
研究分担者： 大 谷 吉 生 (金沢大学工学部助教授)  
研究分担者： 奥 山 喜久夫 (広島大学工学部教授)  
研究分担者： 足 立 元 明 (大阪府立大学先端科学研究所講師)

## 研究経費

平成7年度	6, 7 0 0	千円
平成8年度	2, 0 0 0	千円
計	8, 7 0 0	千円

## 研究発表

### (1). 学会誌等

- 1) Otani, Y., N. Namiki, C.-M. Yun and H. Emi: "Simultaneous Removal of Particulate and Gaseous Cigarette Smoke Components by Corona Discharge", *Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Vol.4, 51-56, 1994
- 2) Yun, C.-M., Y. Otani and H. Emi: "Development of Unipolar Ion Generator -Separation of Ions in Axial Direction of Flow", *Aerosol Science and Technology*, Vol.26, 1997 (in press)
- 3) 尹 治文, 大谷吉生, 江見 準: "気中イオンの電気移動度の測定", *エアロゾル研究*, Vol.12, 1997 (in press)
- 4) Adachi, M., K. Okuyama, T.-O. Kim, H. Kadono and S.-J. Cho: "Experimental Evaluation of Ion-Induced Nucleation in Nanometer-Aerosol Formation by  $\alpha$ -ray Radiolysis in  $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{N}_2$  Mixtures", *Colloids and Surfaces*, A109, 39-48, 1996

- 5) Okuyama, K., M. Adachi and T.-O. Kim: "Experimental Evaluation of Ion-Induced Nucleation in Nanometer-Sized Particle Formation from SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> Mixture by  $\alpha$ -Ray Radiolysis", *Nucleation and Atmospheric Aerosols*, 42-45, 1996
- 6) Kim, T.-O., M. Adachi, K. Okuyama and J. H. Seinfeld: "Experimental Measurement of Competitive Ion-Induced and Binary Homogeneous Nucleation in SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> Mixtures", *Aerosol Science and Technology*, Vol.26, 1997 (in press)
- 7) Adachi, M., K. Okuyama and N. Tohge: "Particle Generation and Film Formation in an Atmospheric-Pressure Chemical Vapour Deposition Process Using Tetraethylorthosilicate", *Journal of Material Science*, Vol.30, 932-937, 1995
- 8) Adachi, M., K. Okuyama and T. Fujimoto: "Film Formation by a New Chemical Vapor Deposition Process Using Ionization of Tetraethylorthosilicate", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.34, L1148-L1150, 1995
- 9) Adachi, M., K. Okuyama and T. Fujimoto: "Gas-Phase Nucleation in an APCVD Film Formation Process Using TEOS/O<sub>3</sub> System", *Proceedings of the 5th World Congress of Chemical Engineering*, Vol.4, 779-783, 1996
- 10) Adachi, M., K. Okuyama, T. Fujimoto, J. Sato and M. Muroyama: "Morphology Control of Films Formed by Atmospheric-Pressure Chemical Vapor Deposition Using Tetraethylorthosilicate/Ozone System", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol.35, 4438-4443, 1996
- 11) Adachi, M., T. Hayashi, T. Fujimoto and K. Okuyama: "Film Formation by a New CVD Process Using Ionization of TEOS", *Proceedings of International Symposium on Chemical Vapor Deposition, CVD-14 and EUROCV D 11*, 1997 (in press)

## (2). 口頭発表

- 1) 大谷吉生, 江見 準, 並木則和: "円管内層流からのイオンの沈着に及ぼす壁面でのイオンのはね返りの影響", 第13回空気清浄とコンタミネーションコン

- トロール研究大会, 日本空気清浄協会, 東京, 1995.6
- 2) 足立元明, 奥山喜久夫, 門野広明, 金 泰吾: "SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>混合ガスのα線照射によるナノメータ超微粒子の発生", 第13回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会, 日本空気清浄協会, 東京, 1995.6
  - 3) 奥山喜久夫, 門野広明, 金 泰吾, 足立元明: "SO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>/NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>混合ガスのα線照射による微粒子発生", 第12回エアロゾル科学・技術研究討論会, 日本エアロゾル学会, 八王子, 1995.8
  - 4) 足立元明, 奥山喜久夫, 藤本敏行: "イオン化CVD法によるTEOS/O<sub>3</sub>膜の形成", 化学工学会第28回秋季大会, 化学工学会, 札幌, 1995.9
  - 5) 奥山喜久夫, 門野広明, 金 泰吾, 足立元明: "SO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>/NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>混合ガスのイオン化による粒子発生", 化学工学会第28回秋季大会, 化学工学会, 札幌, 1995.9
  - 6) 尹 治文, 大谷吉生, 並木則和, 江見 準: "気中イオンの電気移動度分布の測定", 化学工学会第61回年会, 化学工学会, 名古屋, 1996.4
  - 7) 奥山喜久夫, 藤本敏行, 足立元明: "TEOS/O<sub>3</sub>系常圧CVDプロセスにおける微粒子生成の評価", 化学工学会第61回年会, 化学工学会, 名古屋, 1996.4
  - 8) 尹 治文, 大谷吉生, 並木則和, 江見 準: "気中イオンの電気移動度分布の簡易測定法", 第14回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会, 日本空気清浄協会, 東京, 1996.4
  - 9) 金 泰吾, 奥山喜久夫, 足立元明: "SO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>混合ガスのイオン核生成によるイオンとナノ粒子の発生", 第13回エアロゾル科学技術・研究討論会, 日本エアロゾル学会, 金沢, 1996.8
  - 10) 奥山喜久夫, 瀬戸章文, 足立元明: "静電分級法によるイオンとナノメータ粒子の同時測定", 化学工学会第29回秋季大会, 化学工学会, 京都, 1996.9
  - 11) 奥山喜久夫, 金 泰吾, 足立元明: "イオン誘発核生成によるSO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>ガスの粒子化", 化学工学会第29回秋季大会, 化学工学会, 京都, 1996.9
  - 12) 藤本敏行, 奥山喜久夫, 足立元明: "TEOS/O<sub>3</sub>-APCVD反応器におけるオゾンの熱分解による原子状酸素の生成", 化学工学会第29回秋季大会, 化学工学会, 京都, 1996.9
  - 13) 足立元明, 藤本敏行, 奥山喜久夫: "TEOS/O<sub>3</sub>-APCVD薄膜の形状におよ

- ぼすオゾンの影響", 化学工学会第29回秋季大会, 化学工学会, 京都, 1996.9
- 14) 尹 治文, 新谷栄一, 並木則和, 江見 準, 大谷吉生: "気中ナノサイズ粒子・イオンの電気移動度分布の測定", 化学工学会第62回年会, 化学工学会, 小金井, 1997.3
- 15) 足立元明, 藤本敏行, 林 忠雄, 奥山喜久夫: "沿面コロナ放電を用いたイオン化CVDによるTEOS/O<sub>3</sub>膜の形成", 化学工学会第62回年会, 化学工学会, 小金井, 1997.3
- 16) 藤本敏行, 奥山喜久夫, 足立元明: "TEOS/O<sub>3</sub>系常圧CVDプロセスにおける気相中間体の発生と輸送現象の評価", 化学工学会第62回年会, 化学工学会, 小金井, 1997.3

## 研究成果

本研究では、数ppmの四塩化炭素（CTC）をイオン核生成により微粒子化して除去する揮発性有機物質（VOC）分離・回収システムの開発を目指し、(1)電子付着装置（VOC蒸気イオン化装置）、(2)イオン核凝縮装置、(3)静電捕集装置を試作し、その性能評価を行うとともに、これらを組み合わせたシステムの総合評価を行うことを目的とした。本研究で得られた主な成果は以下のように要約できる。(1)音速ジェットコロナ放電型電子付着装置を試作し、高密度の電子を発生できる条件を明らかにした。また、この電子付着装置により、高効率で低濃度VOC蒸気をイオン化できることがわかった。(2)水蒸気によって(1)で生成したイオンを成長させるイオン核凝縮装置（微粒子化装置）を試作し、イオンがサブミクロン粒子にまで成長する条件（イオン流量、温度、水蒸気濃度、凝縮管温度など）を明らかにした。(3)高電圧を印加した二重円筒型コンデンサーである静電捕集装置を試作し、(2)で凝縮成長させた粒子の捕集効率を測定した結果、数kVの電圧で100%粒子を除去できることがわかった。以上の試作装置を組み合わせた本システムは、四塩化炭素単成分蒸気を含む空気の処理に有効であることが確認されたが、今後、四塩化炭素よりもイオン化ポテンシャルの小さな成分が含まれる場合について、どの程度四塩化炭素がイオン化されるか検討する必要がある。

以下に、本研究の成果を発表した論文を資料 I～XIに示す。