

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 19 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20245017

研究課題名(和文) 微量試料分析用超高出力パルスマイクロプラズマ分析装置の開発

研究課題名(英文) Development of high power pulsed microplasma for elemental analysis in small amount samples

研究代表者

沖野晃俊 (OKINO AKITOSHI)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・准教授

研究者番号：60262276

研究分野：化学

科研費の分科・細目：複合化学・分析化学

キーワード：マイクロプラズマ, 微量元素分析, 細胞分析, 大気圧プラズマ, パルスパワー, 発光分析, 微量試料

1. 研究計画の概要

ドロプレットネブライザによってピコリットルオーダーの溶液試料を一粒だけ噴出し、その飛来に同期させてマイクロプラズマを超高出力動作することで微量試料の高感度分析を実現する、超高出力パルスマイクロプラズマ分析装置を開発する。プラズマ源には全元素中で最もイオン化能力が高いヘリウムプラズマを使用し、従来のアルゴンプラズマでは原理的に分析が困難であったハロゲン等の高感度分析を実現する。これにより、ピコリットルオーダーの微量試料中の全元素超高感度分析を実現し、環境分析にとどまらず、細胞の個別分析による代謝機構の解明やがん研究など、生命科学研究のための新しいツールを提供する。

2. 研究の進捗状況

細胞やナノ粒子などの微量試料内の微量元素の超高感度分析を目的として、マイクロプラズマ分析装置の開発を行っている。平成 22 年度までに、超高出力パルスマイクロプラズマ源の開発を行った。独自方式のパルス電源を開発することにより、平均電力を抑えつつ瞬間的に大電力を印加する、高出力パルスマイクロプラズマを開発した。最大 55 kW の入力電力を達成し、直流動作と比べてヘリウム原子線の発光強度を約 10,000 倍向上させることに成功した。さらに、この高出力化に伴い、従来のアルゴンとヘリウムに加えて、酸素、窒素、ネオン、空気、二酸化炭素などのガスでも安定にプラズマを生成する事に成功した。また、超音波ネブライザと組み合わせることにより、世界

で初めてマイクロプラズマによる溶液試料の分析に成功した。また、プラズマを時間分解分光測定することで、プラズマの生成消滅過程および試料元素の励起機構を調査した。その結果、4・s で試料元素が励起、イオン化していることを明らかにし、正確かつ精密な微量試料の導入法が必要となることを示した。

微量試料の分析のため、微小な液滴をプラズマ中に射出できるドロプレットネブライザの改良を行った。従来は電磁バルブを用いていたが、これをピエゾ素子に変更することで、ドロプレットの体積を700ピコリットルから14ピコリットルに低減することに成功した。

このドロプレットネブライザをマイクロプラズマに適用し、ナトリウム溶液の発光分析において安定な導入を確認するとともに、90 fgの検出下限値を実現した。

ジェット型のマイクロプラズマを開発して ICP 質量分析装置およびリチウムイオン付加質量分析装置に適用し、試料表面付着物質の高感度分析に成功した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

超高出力パルスマイクロプラズマおよびドロプレットネブライザという、本研究のうち最重要の2つのツールの開発にすでに成功している。

4. 今後の研究の推進方策

ドロプレットの飛来とパルス動作を同期

させる事で、分析感度を大幅に向上させる実験を実施する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

(1) 重田香織, 永田洋一, 岩井貴弘, 宮原秀一, 沖野晃俊, 大気圧プラズマを用いた微量元素分析技術, 電気学会論文誌 A, 130, 10, pp. 955-962 (2010). (査読有)

(2) 宮原秀一, 重田香織, 中島尚紀, 永田洋一, 沖野晃俊, ナノリットル試料分析のための試料導入法および励起・イオン化源の開発, 分析化学, 59, pp. 363-378 (2010). (査読有)

(3) 永田洋一, 宮原秀一, 大場吾郎, 磯辺高範, 嶋田隆一, 堀田栄喜, 沖野晃俊, 微量元素分析用高周波／パルス重畳大気圧マイクロプラズマ源の評価, 電気学会論文誌 A, 130, 7, pp. 669-676 (2010). (査読有)

(4) 沖野晃俊, 佐々木良太, 永田洋一, 重田香織, 岩井貴弘, 宮原秀一, 大気圧マルチガスプラズマ源の開発と産業応用, プラズマ・核融合学会誌, 86, 1, pp. 40-42 (2010). (査読有)

[学会発表] (計 31 件)

(1) Y. Nagata, Y. Takahashi, Y. Negishi, K. Kodama, H. Miyahara, K. Kitagawa, A. Okino, Investigation of Excitation / Ionization Processes of High-Power Pulsed Microplasma for Aqueous Sample Analysis, The 37th annual Federation of the Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies, 207, p.53 (19, Oct, 2010), USA

(2) K. Shigeta, T. Iwai, Y. Kaburaki, H. Miyahara, A. Okino, Simultaneous Determination of Multi-element in Yeast Cells by Droplet Direct Injection ICP-MS Systems, Symposium Massenspektrometrische Verfahren der Elementspurenanalyse zusammen mit dem 22. ICP-MS Anwendertreffen (6-7, Sep, 2010), Germany

(3) K. Shigeta, N. Nakashima, T. Iwai, H. Miyahara, A. Okino, Direct Injection of Yeast Cells into ICP Using Droplet Direct

Injection Nebulizer, 2010 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry, TP11, p.117 (2010), USA

(4) Y. Nagata, Y. Takahashi, H. Miyahara, A. Okino, Development of High-sensitive GC Detector using Atmospheric Helium Plasma, 2010 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry, WP16, p.177 (2010), USA

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 1 件)

名称：液体導入プラズマシステム
発明者：沖野晃俊, 宮原秀一, 大場吾郎
権利者：東京工業大学
種類：特許
番号：第 4560634 号
取得年月日：2010 年 8 月 6 日
国内外の別：国内

[その他]

ホームページ

<http://www.es.titech.ac.jp/okino/index.html>